电/工/微/宝/典/系/列

LED施工宝典

杨清德　陈东　主编




机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

VISIT…

LANZAROTE
Caliente.com

电/工/微/宝/典/系/列

LED施工宝典

杨清德　陈东　主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

本书是一本通俗易懂的、有关 LED 工程施工技能的基础入门读物，主要内容包括 LED 基础知识、LED 灯饰的应用与施工技术、LED 显示屏的应用与施工技术、LED 发光字的制作技术和 LED 灯箱的制作技术。

本书从工程施工的实际需要出发，对操作人员必备的基础知识及操作技能、技巧进行了深入浅出的介绍。

本书适合于广大电工、LED 行业工人、LED 工程技术人员阅读，也可供职业院校相关专业师生阅读。

PREFACE



前言

电工应知应会的知识和技能是多方面的。纵观近年来出版的电工技能图书,“高、大、全”的较多，内容较多、较全且较难。对于初学者来说，入门时就要想较全面地掌握电工知识和技能，是不切实际的。研究表明：循序渐进，有的放矢，各个击破，初学者首先掌握工作中最亟需的技术，待有一定基础后再进一步学习更多的知识和技能，也是学习电工技术的捷径。基于此，我们组织编写了《电工微宝典系列》丛书，包括：《电工常用数据宝典》、《电工操作口诀宝典》、《装修电工宝典》、《物业电工宝典》、《电气元器件宝典》、《电工作业禁忌宝典》、《电工常用电路宝典》、《LED 施工宝典》等。

本套丛书之《LED 施工宝典》，全书共 5 章，以 LED 工程应用为主线，通过通俗的文字、详尽的解说、真实的施工图片、翔实的数据，介绍了从事 LED 工程施工必须了解的 LED 基础知识（主要介绍 LED 的结构及应用常识、LED 封装技术及散热措施、LED 驱动与控制技术基础），着重介绍了 LED 灯饰工程的应用与施工技术（主要

介绍 LED 工程施工必备基础知识及技能、室内外常用灯饰工程施工技术)、LED 显示屏的应用与施工技术（主要介绍常用 LED 显示屏应用基础知识及技能、LED 条屏的组装、LED 显示屏安装与维护技能)、LED 发光字制作技术（主要介绍 LED 发光字基础知识、常用类型的 LED 发光字的设计与制作及维护技术）以及 LED 灯箱制作技术(主要介绍 LED 电子灯箱的制作、LED 换画超薄灯箱的制作)。

本书是一本通俗的 LED 工程应用技术读物，是目前国内较为全面的有关 LED 工程应用的基础入门读物，吸取了本人主编的《LED 及其工程应用》、《LED 照明工程与施工》、《LED 及其应用技术问答》、《LED 工程应用技术》、《LED 照明设计及工程应用实例》、《LED 驱动电路设计与工程施工案例精讲》、《LED 实用技术直通车》等专著的精华，融入了近年来该领域的最新成果及施工技术，使本书的内容更全面、更实用和更新颖。本书适合于电工初学者、LED 行业工人、LED 工程技术人员阅读。

本书由杨清德、陈东主编，第 1 章由杨清德编写，第 2 章由冉洪俊编写，第 3 章由周万平编写，第 4 章由陈东编写，第 5 章由任成明编写，余明飞、沈文琴、杨松、李建芬、胡萍、先力、乐发明、胡世胜、崔永文、赵顺洪等同志也参加了本书的编写工作。

本书在编写过程中，参考和借鉴了同行编写的一些宝贵资料，在此表示感谢。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中难免存在缺点和错误，敬请各位读者批评指正，多提意见，盼赐教至yqd611@163.com，以期再版时修改。

编　者

CONTENTS 目录



前言

第 1 章　LED 应用基础 …… 1

1.1　LED 的结构及性能应用 …… 1

1.1.1　LED 的基本结构及原理 …… 1

1.1.2　LED 的种类 …… 4

1.1.3　LED 照明的特点 …… 10

1.2　LED 的封装与应用 …… 15

1.2.1　LED 的封装材料 …… 15

1.2.2　LED 的封装形式 …… 19

1.2.3　大功率 LED 的散热措施 …… 28

1.3　LED 驱动与控制 …… 36

1.3.1　LED 驱动技术 …… 36

1.3.2　LED 驱动器的类型及选用 …… 42

1.3.3　LED 驱动 IC 及选用 …… 50

1.3.4　常用 LED 电源芯片控制模式 …… 58

1.4　LED 与驱动电源的匹配 …… 61

1.4.1　LED 串联方式 …… 61

1.4.2　LED 并联方式 …… 63

1.4.3　LED 混联方式 …… 66

1.4.4　LED 交叉阵列形式 …… 68
第 2 章　LED 灯饰工程应用与施工技术 …… 70
2.1　LED 灯饰工程施工要求 …… 70
2.1.1　LED 灯饰安装施工的一般要求 …… 70
2.1.2　施工的技术要求 …… 73
2.2　LED 户外地面灯具安装对策 …… 75
2.3　太阳能 LED 路灯的安装 …… 81
2.3.1　灯具照明设计 …… 81
2.3.2　准备工作 …… 85
2.3.3　组装灯杆组件 …… 86
2.3.4　竖灯 …… 90
2.3.5　接线 …… 93
2.3.6　现场检测 …… 94
2.4　LED 灯柱的安装 …… 97
2.4.1　LED 灯柱简介 …… 97
2.4.2　LED 灯柱的安装 …… 99
2.5　LED 护栏管的安装 …… 100
2.5.1　LED 护栏管简介 …… 100
2.5.2　LED 护栏管安装 …… 102
2.6　LED 轮廓灯的安装 …… 110
2.6.1　LED 轮廓灯在同一平面上的安装 …… 110
2.6.2　LED 轮廓灯在拐角处的安装 …… 111
2.7　LED 地埋灯的安装 …… 114

2.7.1 基础工程施工 …………………………… 114
2.7.2 灯体安装及电气连接 ………………………… 114
2.8 LED水底灯的安装 …………………………… 118
2.9 LED游泳池灯的安装 ………………………… 122
2.9.1 安装预埋盒 ………………………………… 122
2.9.2 配电箱的设置 ……………………………… 124
2.9.3 灯具的安装 ………………………………… 125
2.10 LED投光灯的安装 …………………………… 127
2.10.1 LED投光灯控制方式的选择 ……………… 127
2.10.2 LED投光灯供电方式的选择 ……………… 127
2.10.3 LED投光灯的电气连接与安装 …………… 128
2.11 LED彩虹管的安装 …………………………… 131
2.11.1 安装LED彩虹管所需附件 ………………… 131
2.11.2 方型LED彩虹管的安装 …………………… 133
2.11.3 圆二线LED彩虹管的安装 ………………… 134
2.12 LED吸顶灯的安装 …………………………… 139
2.12.1 LED吸顶灯简介 …………………………… 139
2.12.2 LED吸顶灯的安装 ………………………… 140
2.13 LED灯杯的安装 ……………………………… 144
2.13.1 小功率LED灯杯的安装 …………………… 144
2.13.2 大功率LED灯杯的安装 …………………… 144
2.14 LED幕墙灯的安装 …………………………… 147
2.14.1 梦幻幕墙灯的安装 ………………………… 147
2.14.2 LED超薄型幕墙灯 ………………………… 149

第 3 章　LED 显示屏工程应用与施工技术 ……… 153
3. 1　LED 显示屏应用基础 ……………………………… 153
3. 1. 1　LED 显示屏的结构 …………………………… 153
3. 1. 2　LED 显示屏的有关术语 ……………………… 161
3. 1. 3　LED 显示屏的常用信号和接口 ……………… 169
3. 1. 4　LED 显示屏的选用 …………………………… 180
3. 1. 5　LED 显示屏的配电 …………………………… 190
3. 2　LED 通用条屏的应用 ……………………………… 192
3. 2. 1　LED 通用条屏简介 …………………………… 192
3. 2. 2　LED 条屏的组网 ……………………………… 194
3. 3　LED 显示屏的安装与维护 ………………………… 204
3. 3. 1　安装施工的前期工作 ………………………… 204
3. 3. 2　LED 显示屏的安装 …………………………… 208
3. 3. 3　软件安装与调试 ……………………………… 217
第 4 章　LED 发光字制作技术 ………………………… 223
4. 1　LED 发光字基础知识 ……………………………… 223
4. 1. 1　LED 发光字的种类和优点 …………………… 223
4. 1. 2　常用 LED 发光字的技术优势 ………………… 225
4. 2　LED 发光字的设计 ………………………………… 231
4. 2. 1　LED 发光字设计的要求及原则 ……………… 231
4. 2. 2　LED 发光字工程的设计步骤 ………………… 238
4. 2. 3　LED 发光字效果图设计 ……………………… 240
4. 3　LED 立体发光字的制作 …………………………… 241
4. 3. 1　LED 光源的选用 ……………………………… 241
4. 3. 2　LED 限流电阻的计算 ………………………… 245

4.3.3 LED 字体的制作 …… 246
4.3.4 LED 模组的预算与安装 …… 248
4.3.5 电源的选配与安装 …… 251
4.4 LED 金属发光字制作 …… 254
4.4.1 前期设计 …… 254
4.4.2 材料加工 …… 256
4.4.3 插灯与配线 …… 261
4.4.4 控制系统连接 …… 264
4.5 特大绕边 LED 发光字制作 …… 266
4.5.1 特大绕边 LED 发光字介绍 …… 266
4.5.2 特大绕边 LED 发光字的制作 …… 268
第 5 章　LED 灯箱制作技术 …… 272
5.1 LED 电子灯箱的制作 …… 272
5.1.1 所需器材及工具 …… 273
5.1.2 相关计算 …… 276
5.1.3 灯箱制作步骤及方法 …… 278
5.1.4 LED 灯箱控制器选用 …… 294
5.2 LED 超薄换画灯箱的制作 …… 299
5.2.1 LED 超薄换画灯箱简介 …… 299
5.2.2 器材准备 …… 302
5.2.3 灯箱制作工艺 …… 306
5.2.4 安装灯箱 …… 308
附录　新型 LED 照明产品技术参数和配置 …… 311

第 1 章 LED 应用基础

1.1 LED 的结构及性能应用

1.1.1 LED 的基本结构及原理

1. LED 的名称由来

LED 即发光二极管，是一种能够将电能转化为可见光的固态的半导体器件，它可以直接把电能转化为光能，其英文为 Light Emitting Diode，习惯上用其英文首写字母 LED 来表示该器件的名称。

2. LED 的结构

传统发光二极管（LED）一般是用透明环氧树脂将 LED 芯片与导线架（lead frame）包覆封装，封装后的镜片状外形可将芯片产生的光线集中照射至预期的方向，由于圆柱状形状类似炮弹，因此被称为炮弹型 LED。这种 LED 芯片主要由支架、银胶、晶片、金线和环氧树脂等 5 种物料所组成，如图 1-1 所示。

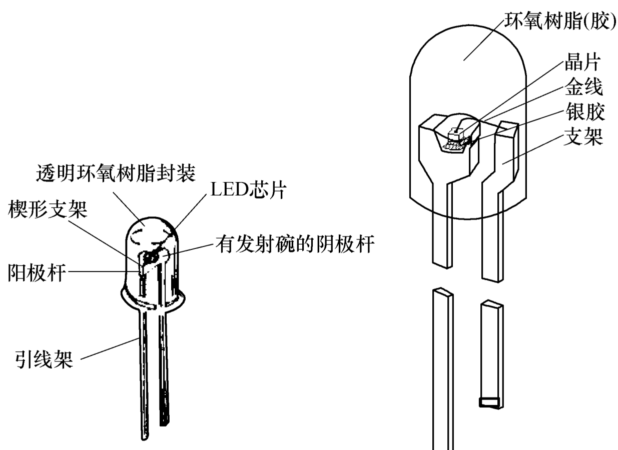


图 1-1　传统 LED 的结构

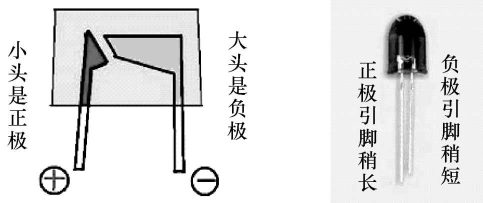
友情提示

常用来制造 LED 的半导体材料主要有砷化镓、磷化镓、镓铝砷、磷砷化镓、铟镓氮、铟镓铝磷等Ⅲ-Ⅴ族化合物半导体材料，其他还有Ⅳ族化合物半导体碳化硅、Ⅱ-Ⅵ族化合物硒化锌等。

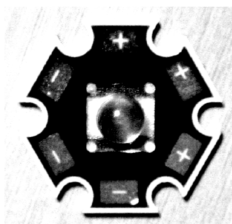
应用技巧

LED 的内部结构是 PN 结半导体，芯片的 P 型半导体一侧为正极，N 型半导体一侧为负极。因此在使用时，“+”的一端接正极，“-”的一端接负极。如图 1-2 所示，一般炮弹型的正极稍长，而大功率 LED 和 SMD（表

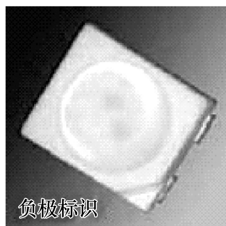
面贴装）型 LED 的负极有标记。但须注意，产品在不同情况下，可能有所变化。安装时，若正、负两极接错，不但灯不亮，而且还会损坏 LED。



a）炮弹型LED



b）大功率LED



c）SMD 型 LED

图 1-2　LED 引脚极性的识别

3. LED 的发光原理

LED 的基本结构主要由 PN 结芯片、电极和光学系统组成，是一种电致发光光源。当外加一足够高的正向直流电压，电子和空穴将克服在 P-N 结处的势垒，分别流向 P 区和 N 区。在 P-N 结处，电子和空穴相遇、复合，产生

发光。如图 1-3 所示为 LED 的发光原理图。

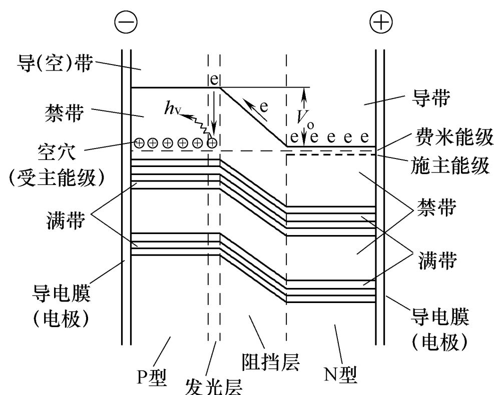


图 1-3　LED 发光原理示意图

1.1.2　LED 的种类

1. LED 发光管的分类

目前，应用日渐普及的 LED 发光管品种很多，业界对 LED 分类的方法也比较多。LED 的几种常用分类方法见表 1-1。

2. LED 显示屏的分类

(1) 根据应用场所的不同，LED 显示屏分为室内与室外两种。

1) 室内屏。室内屏主要用于室内，在制作工艺上首

表 1-1　LED 发光管的分类

<table>
<tr><th colspan="2">分类方法</th><th>种类及说明</th></tr>
<tr><td colspan="2">按发光颜色分</td><td>可分为红色、橙色、绿色（又细分黄绿、标准绿和纯绿）、蓝光等。有的发光二极管中包含两种或三种颜色的芯片
根据发光二极管出光处掺或不掺散射剂、有色还是无色，上述各种颜色的 LED 还可分成有色透明、无色透明、有色散射和无色散射四种类型。散射型 LED 一般作为指示灯用</td></tr>
<tr><td colspan="2">按出光面特征分</td><td>可分为圆灯、方灯、矩形、面发光管、侧向管、表面安装用微型管等。圆形灯按直径分为 ϕ2mm、ϕ4.4mm、ϕ5mm、ϕ8mm、ϕ10mm 及 ϕ20mm 等。国外通常把 ϕ3mm 的 LED 记作 T-1；把 ϕ5mm 的记作 T-1（3/4）；把 ϕ4.4mm 的记作 T-1（1/4）</td></tr>
<tr><td colspan="2">按封装结构分</td><td>可分为全环氧包封、金属底座环氧封装、陶瓷底座环氧封装及玻璃封装等结构</td></tr>
<tr><td colspan="2">按发光强度和工作电流分</td><td>可分为普通亮度的 LED（发光强度 100mcd 以下）和高亮度 LED（100mcd 以上）。一般 LED 的工作电流在十几毫安至几十毫安，而低电流 LED 的工作电流在 2mA 以下（亮度与普通发光管相同）</td></tr>
<tr><td rowspan="3">按发光强度角分</td><td>高指向型</td><td>一般为尖头环氧封装，或是带金属反射腔封装，且不加散射剂。这种 LED 的半值角为 5°～20°或更小，具有很高的指向性，可作局部照明光源用，或与光检出器联用以组成自动检测系统</td></tr>
<tr><td>标准型</td><td>通常作指示灯用，其半值角为 20°～45°</td></tr>
<tr><td>散射型</td><td>一般作为视角较大的指示灯，其半值角为 45°～90°或更大，其特点是添加散射剂的量较大</td></tr>
<tr><td colspan="2">按波长分</td><td>按波长可分为可见光 LED（380～780nm）和不可见光 LED（用于红外线遥控器的 LED 波长为 850～950nm，用于光通信光源的 LED 波长为 1300～1550nm）</td></tr>
</table>

先是把发光晶粒做成点阵模块（或数码管），再由模块拼接为一定尺寸的显示单元板，根据用户要求，以显示单元板为基本单元拼接成用户所需要的尺寸。根据像素点的大小，室内屏分为 ϕ3mm、ϕ3.75mm、ϕ5mm、ϕ8mm、ϕ10mm 等。

2）户外屏。户外屏主要用于室外，在制作工艺上首先是把发光晶粒封装成单个的发光二极管，称之为单灯，用于制作户外屏的单灯一般都采用具有聚光作用的反光杯来提高亮度；再由多只 LED 单灯封装成单只像素管或像素模组，而由像素管或像素模组成点阵式的显示单元箱体，根据用户需要及显示应用场所，以一个显示单元箱体为基本单元组成所需要的尺寸。箱体在设计上应密封，以达到防水防雾的目的，使之适应户外环境。根据像素点的大小，户外屏分为 ϕ10mm、ϕ12mm、ϕ16mm、ϕ18mm、ϕ21mm、ϕ26mm 等规格。

（2）根据采用 LED 的颜色不同，可分为单基色、双基色、全彩色三种。

1）单基色。单基色的每个像素点只有一种颜色，多数用红色，因为红色的发光效率较高，可以获得较高的亮度，也可以用绿色，还可以是混色，即一部分用红色，一部分用绿色，一部分用黄色。

2）双基色。双基色的每个像素点有红绿两种基色，可以叠加出黄色，在有灰度控制的情况下，通过红绿不同灰度的变化，可以组合出最多 65535 种灰度颜色。

3）全彩色。全彩色也称三基色，每个像素点有红绿蓝三种基色，在有灰度控制的情况下，通过红绿蓝不同灰度的变化，可以很好地还原自然界的色彩，组合出 16，777，216 种颜色。

（3）根据屏幕所具有的功能，可分为条屏、图文屏、视屏以及数码混合屏四种。

1）条屏。条屏主要用于显示文字，可用遥控器输入，也可与计算机联机使用，通过计算机发送信息。也可以脱机工作。因为这类屏幕多做成条形，故称为条屏，如图 1-4 所示。



图 1-4　LED 条屏

2）图文屏。图文显示屏主要用于显示文字和图形，一般无灰度控制。它通过与计算机通讯输入信息。与条屏相比，图文屏的优点是显示的字体字型丰富，并可显示图形，与视屏相比，图文屏最大的优点是一台计算机可以控制多块屏，且可以脱机显示，如图 1-5所示。

3）数码屏。数码屏是最廉价的 LED 显示屏，广泛用于证券交易所股票行情显示、银行汇率、利率显示、酒店



图 1-5　LED 图文显示屏

海鲜价目表、客房价目表等，如图 1-6 所示。多数情况下，在数码屏上加装条屏来显示欢迎词、通知、广告等。数码屏支持遥控器输入。



图 1-6　LED 数码屏

4）视屏。LED 视屏有 256 级灰度控制，其表现力极为丰富，配置多媒体卡，可播放视频信号。视屏开放性好，对操作系统没有限制，软件也没有限制，能实时反映计算机监视器的显示，如图 1-7 所示。



图 1-7　LED 视屏



白光 LED 的种类和原理见表 1-2。

表 1-2　白光 LED 的种类和原理

芯片数	激发源	发光材料	发光原理
1	蓝色 LED	InGaN/YAG	InGaN 的蓝光与 YAG 的黄光混合成白光
	蓝色 LED	InGaN/荧光粉	InGaN 的蓝光激发的红绿蓝三基色荧光粉发白光
	蓝色 LED	ZnSe	由薄膜层发出的蓝光和在基板上激发出的黄光混色成白光
	紫外 LED	InGaN/荧光粉	InGaN 的紫外激发的红绿蓝三基色荧光粉发白光

（续）

芯片数	激发源	发光材料	发光原理
2	蓝色 LED 黄绿 LED	InGaN、GaP	将具有补色关系的两种芯片封装在一起，构成白色 LED
3	蓝色 LED 绿色 LED 红色 LED	InGaN AlInGaP	将发三原色的三种小片封装在一起，构成白色 LED
多个	多种光色的 LED	InGaN、GaP AlInGaP	将遍布可见光区的多种光芯片封装在一起，构成白色 LED

1.1.3　LED 照明的特点

（1）发光效率高。

传统的白炽灯、卤钨灯的光效为 12～24lm/W，荧光灯为 50～70lm/W，钠灯为 90～140lm/W，大部分的耗电变成了热量损耗。从理论上分析，LED 光效经改良后将达到 50～200lm/W，而且其光的单色性好、光谱窄，无需过滤可直接发出有色可见光。目前通过现有技术对 LED 进行结构优化、材料优化、工艺优化，再进行优化组合，发光效率做到了 161lm/W，商品化问题不大，但效率再提高则需要有新的技术突破。

（2）耗电量少。

LED 电能利用率高达 80% 以上。单管功率为 0.03～

0.06W，采用直流驱动；单管驱动电压为 1.5～3.5V，电流为 15～18mA。也就是说，LED 是一种非常节电的光源。

研究资料表明，由于 LED 是冷光源，与目前普遍使用的白炽灯、荧光灯相比，节电效率可以达到 90% 以上。以桥梁护栏灯为例，同样效果的一支荧光灯 40W，若采用 LED，每支的功率只有 8W，而且颜色可以七彩变化。

（3）固体光源，抗震，坚固耐用，使用寿命长，可靠性高。

LED 是半导体元件，与白炽灯不同，没有玻璃、钨丝等易损可动部件，故障极低，可以免维修。其体积小、重量轻，环氧树脂封装，可承受高强度机械冲击和震动，不易破碎。

在可靠性方面，LED 的半衰期（即光输出量减少到最初值一半的时间）大概是（1～10）万 h，其平均寿命达 10 万 h，LED 灯具的使用寿命可达 5～10 年，可大大降低灯具的维护费用，避免经常换灯的麻烦。相反，小型指示用白炽灯的半衰期（此处的半衰期指的是有一半数量的灯失效的时间）典型值是 10 万到数千小时不等，具体时间取决于灯的额定工作电流。

（4）安全性好，属于绿色照明光源。

LED 发热量低，无热辐射，冷光源，可以安全触摸，能精确控制光型及发光角度，光色柔和，无眩光；不含

汞、钠元素等可能危害健康的物质，热量、辐射都很少。LED 内置微处理系统，可以控制发光强度和调整发光方式，实现光与艺术的完美结合。

LED 为低压供电，防触电保护等级为Ⅲ类，安全。直流供电，无频闪。

（5）不含汞，无污染，无紫外辐射。

LED 为全固体发光体，耐震、耐冲击，不易破碎，废弃物可回收，没有污染。光源体积小，可以随意组合，易开发成轻便薄短的小型照明产品，也便于安装和维护。

（6）单色性好、色彩鲜艳丰富。

LED 器件发出的光纯度非常高，在光谱上的表现就是光线集中在某一小段波长上，其颜色饱和度可达到130%，全彩色，使灯光更加清晰柔和。可通过化学修饰方法，调整制造 LED 材料的能带结构和带隙，实现红、黄、绿、蓝、橙多色发光。改变电流可使 LED 变色，如小电流时为红色的 LED，随着电流的增加，可以依次变为橙色，黄色，最后为绿色。

（7）冷启动，无需预热时间，瞬间再启动，响应时间短。

白炽灯的响应时间为毫秒级，LED 灯的响应时间为纳秒级，其响应时间只有 60ns。LED 反应速度快，可在高频下操作，特别适合用作汽车灯具的光源，可为司机争取宝贵时间以减少事故。

（8）平面发光，指向性好。

LED 与点光源白炽灯不同，视角度≤180°，设计时一定要注意，利用 LED 光源有不同的视角度和视角不能大于 180°这一特点。

（9）发光效率受温度影响大。

LED 的发光效率随温度升高而下降，一般情况下，芯片温度超过 120℃将失效。在灯具总成设计和制造工艺设计时，一定要考虑散热设计。

（10）适用性强。

LED 芯片的体积很小，可以制备成各种形状的器件，并且适合于易变的环境。



LED 的使用寿命，一般认为在理想状态下有 10 万 h。实际在使用过程中，其光强会随使用时间的推移逐渐衰减，即电能转化为光能的效率逐渐降低。我们能真正使用的有效光强范围应在其衰减到初始光强的 70% 以上时。

LED 的使用寿命与其芯片的质量和封装技术、工艺直接相关，据某 LED 封装厂的试验数据，有些芯片在 20mA 条件下连续点亮 4000h 后，其光亮度衰减已达 50%。但是随着技术、工艺的提高，光衰时间越来越缓慢，即寿命也越长。

此外，LED 驱动器的性能对 LED 的可靠性也有很大的影响。

知识窗

LED 的极限参数

LED 的极限参数主要有允许功耗、最大正向直流电流、最大反向电压和工作温度，在设计和使用 LED 产品时，不能突破这些极限参数，否则就会损坏 LED。

（1）允许功耗 P_m

当流过 LED 的电流为 I_F、管压降为 U_F，则功率消耗为

$$P = U_F I_F$$

LED 工作时，外加偏压、偏流会促使载流子复合发出光，还有一部分变为热，使结温升高。所以 LED 承受的功耗有一阈值，称为允许功耗。允许功耗用于描述允许加于 LED 两端最大功率，即正向直流电压与流过它的电流之积的最大值。如果超过此值，可导致 LED 发热以致损坏。

（2）最大正向直流电流 I_{Fm}

允许加在 LED 两端的最大正向直流电流，称为最大正向直流电流。超过此值，会损坏二极管。

（3）最大反向电压 U_{Rm}

允许加在 LED 两端的最大反向电压，称为最大反向电压。超过此值，LED 可能被击穿而导致损坏。

（4）工作温度 t_{opm}

LED 可正常工作的环境温度范围，称为工作温度。

低于或高于此温度范围，LED 将不能正常工作，效率会大大降低。

1.2　LED 的封装与应用

1.2.1　LED 的封装材料

所谓封装，就是将 LED 芯片用绝缘的塑料或陶瓷材料打包使芯片与外界隔离，以防止空气中的杂质对芯片电路的腐蚀而造成电气性能下降，封装后的芯片更便于安装和运输。封装技术至关重要，因为只有封装好的产品才能成为终端产品，才能为用户所用，而且封装技术的好坏直接影响到产品自身性能的发挥，可靠的封装技术是产品走向实用化、走向市场的必经之路。

1. LED 荧光粉

荧光粉是通过吸收电子线、X 射线、紫外线、电场等的能量后，将其中一部分能量转化成可视效率较高的可见光并输出（发光）的物质。荧光粉吸收 LED 发出的蓝光后，可转化为绿色、黄色或红色的光输出。

荧光粉属无机化合物，其一般为 1μm（微米）至数十微米的粉末状颗粒。为获得荧光物质，一般在被称为母体的适当化合物 A 中添加被称为激活剂（也称发光中心）的元素 B，通常用符号 A∶B 来表示荧光粉的种类。

LED 使用的荧光粉，按发光颜色可分为红、绿、蓝；

按荧光粉组成基质可分为硅酸盐、氯硅酸盐、铝酸盐、氮氧化物、氮化物、钨酸盐、钼酸盐、硫氧化物等，目前主要使用的是硅酸盐或氮氧化物绿粉、YAG 黄粉、氮化物红粉。

友情提示

目前采用荧光粉产生白光共有三种方式：蓝光 LED 芯片配合黄色荧光粉；蓝光 LED 芯片配合红色、绿色荧光粉；UV-LED 芯片配合红、绿、蓝三基色荧光粉。不同荧光粉产生白光 LED 的优缺点比较见表 1-3。

表 1-3　不同荧光粉产生白光 LED 的优缺点比较

白光产生方式	优　　点	缺　　点
蓝光 LED 配合黄色荧光粉	单一芯片即可发白光，成本低，制作简单	效率低，显色性有待提高，低色温难以实现，光色随电流变化，容易有月晕现象
蓝光 LED 配合红色、绿色荧光粉	光谱为三波长分布，显色性较高，光色及色温可调	光色随电流变化，有月晕现象但不明显
UV-LED 配合红、绿、蓝三基色荧光粉	高显色性，光色及色温可调，使用高转换效率荧光粉提高发光效率，光色均匀不随电流变化	粉体混合较为困难，高效率的荧光粉有待研制

2. 主剂材料

LED 封装的主剂材料有环氧树脂、活性稀释剂、消泡剂、调色剂和脱模剂，见表 1-4。

表 1-4　LED 封装的主剂材料

材　　料	说　　明
环氧树脂	以透明五色、杂质含量低、黏度低为原则。高档产品应选用道化学的 331J、南亚的 127、日本三井的 139、大日本油墨的 EP4000 系列环氧树脂；中低档产品可采用宏昌的 127 系列环氧树脂
活性稀释剂	一般采用脂环族的双官度活性稀释剂比较好，但国内基本上不能生产。中低档产品可用南亚的 AGE 代替，但 AGE 对固化后的强度有影响，粘度也不够。如果树脂的黏度较低，可以不添加稀释剂
消泡剂	以相容较好、消泡性好、无低沸点溶剂为准则，可选用 BYK-A530、BYK-066、BYK-141、德谦 6500 消泡剂等
调色剂	一般用 20% 的透明油容性染料添加 80% 的主体环氧树脂，然后加温搅拌混溶后，即可少量添加。调色剂可消除树脂及其他材料添加造成的微黄色，并可保证固化后颜色的纯正。透明油容性染料的选择，需具备至少 150～180℃的耐温条件，以防止加温固化时变色。一般选用拜尔 PEG-400 系列调色剂
脱模剂	以脱模效果好、相容性好、颜色浅为原则，可选用广州科拉司公司（BYK 代理商）的 FINT-900、无锡三山电子材料厂的 TMA 脱模剂

3. 固化剂材料

LED 封装的固化剂材料有甲基六氢苯酐、促进剂、抗氧剂，见表 1-5。

表 1-5　LED 封装的固化剂

材　　料	说　　明
甲基六氢苯酐	一般国内产品中游离酐的含量偏高，只用于中低档产品生产，高档产品应采用意大利 Lonza 公司的产品
促进剂	酸酐体系可采用季胺盐，如国内研发的四丁基溴化胺、四已基溴化胺。但是，四已基溴化胺的相容性可能不太好，可先用醇类（如苯甲醇、甘油）稀释后使用，但会影响强度
抗氧剂	抗氧剂的主要作用是防止酸酐高温固化时被氧化，要求相容性好、颜色浅，中低档产品可选用通用的 264 系列抗氧剂

4. 陶瓷材料

由于 LED 发出的短波长光中的一部分会造成树脂老化等问题，陶瓷材料成为解决这一问题的理想材料。

陶瓷材料可使用在搭载 LED 芯片的衬底上。陶瓷材料的防热性能很好，具有几乎不会被光老化的特点。此外，利用其绝缘性能高的优点，在陶瓷多层衬底的积层内部进行配线的陶瓷衬底也被用于了 LED 产品。陶瓷衬底正被广泛地应用于“倒装焊芯片”或“大功率型芯片”

的高效芯片 LED 光源上。

此外，陶瓷材料因很少会扰乱 LED 芯片的发光（波长特征），因此有望通过陶瓷材料稳定光线，以控制光偏移。

近年来的研究发现陶瓷材料不仅可以用于衬底，而且还可以用于衬底与反射器一体的封装。

5. 封装胶水

LED 封装胶水一般采用环氧树脂 A、B 胶，其主要成分为电子级、低粘度环氧树脂和助剂、酸无水物组成。使用时，A、B 胶的配胶比例一定要掌握好，并混合搅拌，正确控制固化及老化温度，使 AB 胶固化完全。

1.2.2　LED 的封装形式

随着 LED 芯片性能、发光颜色、外形尺寸和安装方式的不断更新进步，以及应用需求的不断增加，LED 的封装技术也在不断推陈出新，如图 1-8 所示。

1. 引脚式封装

LED 引脚式封装是最先研发成功投放市场的封装结构，一般用于电流较小（20～30mA）、功率较低（小于 0.1W）的 LED 封装。它采用引线架作各种封装外形的引脚，典型的传统 LED 安置在能承受 0.1W 输入功率的包封内，其 90% 的热量是由负极的引脚架散发至 PCB 板，再散发到空气中。

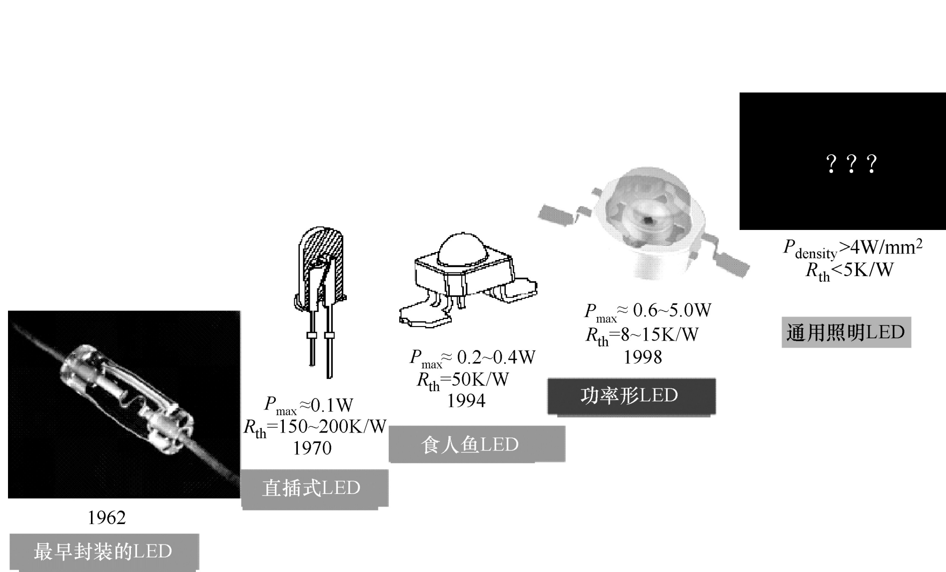


图 1-8　LED 封装形式的发展

目前引脚式 LED 的设计已相对成熟，品种数量繁多，技术成熟度较高，封装内结构与反射层仍在不断改进，被大多数客户认为是目前显示行业中最方便、最经济的解决方案，但在衰减寿命、光学匹配、失效率等方面存在一定的问题，从而制约了它的发展。

沿袭小功率 DIP LED 封装思路的大尺寸环氧树脂封装，如图 1-9 所示。

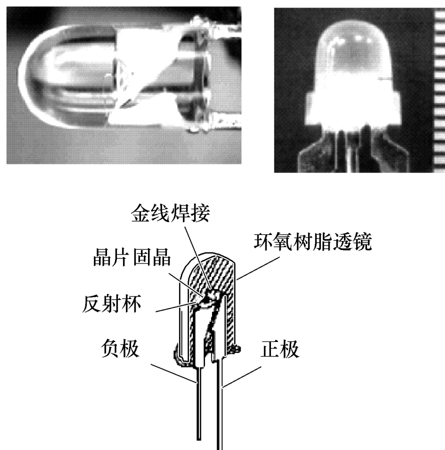


图 1-9　LED 直插式封装

2. 食人鱼式封装

食人鱼封装是一种正方形的、透明树脂封装形式，负极处有个缺脚。食人鱼 LED 属于散光型的 LED，发光角

度大于 120°，发光强度很高，而且能承受更大的功率。

食人鱼封装模粒的形状也是多种多样的，有 ϕ3mm 圆头和 ϕ5mm 圆头，也有凹型形状的平头形状。根据出光角度的要求，可选择各种封装模粒。

食人鱼封装 LED 的散热好，相对 ϕ5mm 的普通 LED，其光衰小、寿命长，因此其使用寿命比较长，这样可以节省维修费用。这种封装方式的缺点是体积要比普通的 5mm LED 大一点，由于发光角度大，若用于制作全彩的 RGB 混光，效果不如 5mm 草帽状的 LED 好。

食人鱼式环氧树脂封装，如图 1-10 所示。

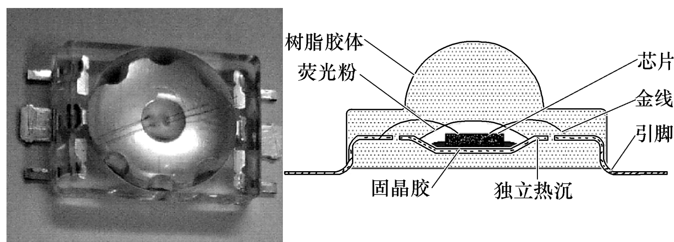


图 1-10　食人鱼式封装

3. 铝基板（MCPCB）式封装

采用铝基印制电路板封装，可较好地解决大功率 LED 的散热问题，提高了 LED 的工作稳定性和可靠性。如图 1-11所示，LED 的底部散热窗口采用回流焊方式直接固定在绝缘层上，通过立体长条形的铝基板直接散热，

LED仍然用两根电极引出，与电路层焊接在一起。

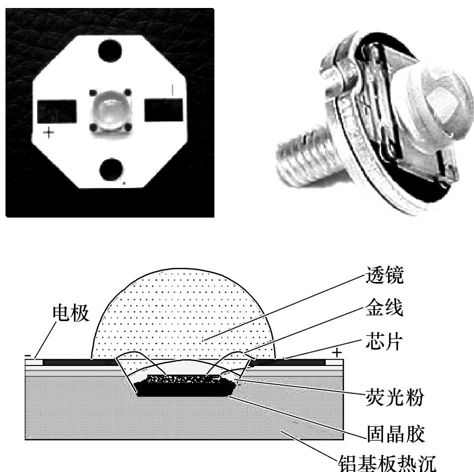


图1-11　铝基板（MCPCB）式封装

4. TO式封装

TO（Transistor Out-line）的中文意思是“晶体管外形”，这是一种比较早期的晶体管封装规格。近年来，借鉴大功率晶体管封装思路，采用TO式封装LED产品也占一定的市场份额，如图1-12所示。

5. 表面贴装式封装

表面贴装（SMD）封装技术主要是利用焊锡熔融再凝固的方式安装在器件载板上，形成SMD-LED产品。这样的LED产品在质量上有很大提升，更便于集成化，且

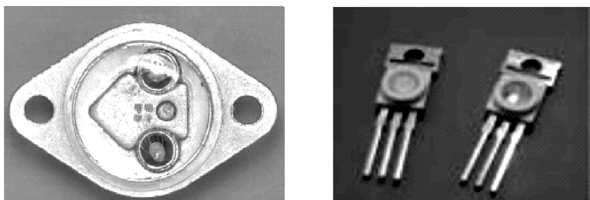


图 1-12　TO 式封装

生产效率很高。近些年，SMD-LED 成为一个发展热点，由于其应用设计灵活，很好地解决了亮度、视角、平整度、可靠性、一致性等问题；采用更轻的 PCB 板和反射层材料，在显示反射层需要填充的环氧树脂更少；并去除较重的碳钢材料引脚，通过缩小尺寸，降低重量，可轻易地将产品重量减轻一半；尤其是顶部发光 TOP 型 SMD 处在不断发展之中，封装支架尺寸、封装结构设计、材料选择、光学设计、散热设计等不断创新，具有广阔的技术潜力，所以 SMD-LED 有加速发展的趋势，并逐渐替代引脚式 LED。

虽然表面贴装封装技术在封装技术中占有一定的份额，并有加速发展的趋势，但表面贴装过程要用到大量的焊球和焊膏。一直以来，铅锡合金在焊料中占主导地位，由于铅及铅化合物属剧毒物质，对人体及牲畜具有极大的毒性，而且会造成严重的污染，所以研发使用优质低价的无铅焊料成为表面贴装封装技术发展道路上的一个势垒。

功率型 LED 表面贴装（SMD）式封装，如图 1-13 所示。

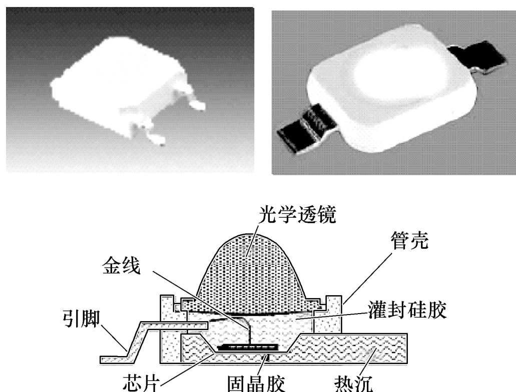


图 1-13　SMD 式封装

6. 功率型封装

国内功率型 LED 封装早在 20 世纪 90 年代就开始，它主要应满足以下两点要求：一是封装结构要有高的发光效率，二是热阻要尽可能低，这样才能保证功率 LED 的光电性能和可靠性。

功率型 LED 分为小功率 LED 和大功率 LED 两种。由于小功率 LED 具有光衰强、安装成本高等缺点及对 LED 大的耗散功率、大的发热量和高的发光效率等要求的提出，使大功率 LED 成为未来照明的核心，世界各大公司投入很大力量对其封装技术进行研究开发。国外在功率型封装这方面的研究成果比较突出，5W 系列、Luxeon 系

列、Norlux 系列产品在 LED 行业具有很强的实力。

流明公司的大功率 LED 封装，如图 1-14 所示。

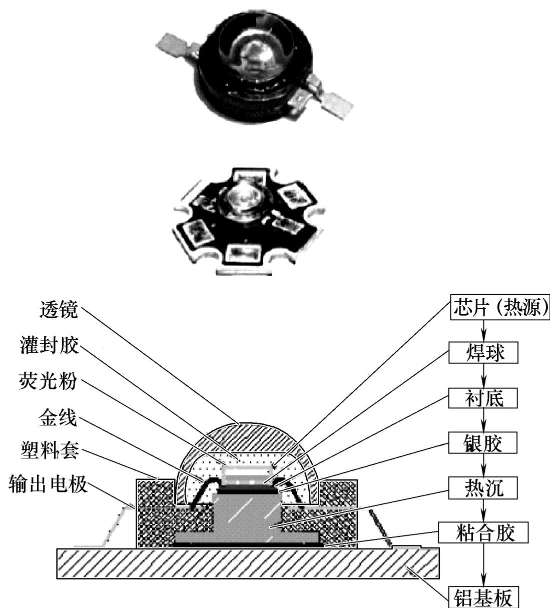


图 1-14　流明公司的大功率 LED 封装

由于功率型大尺寸芯片制造还处于发展之中，使得功率型 LED 的结构、光学、材料、参数设计也处于发展之中，不断有新型的设计出现，而且大功率 LED 器件的封装方法和封装材料并不能简单地套用传统的小功率 LED

器件的封装方法与封装材料。大的耗散功率、大的发热量以及高的发光效率，对 LED 封装工艺、封装设备和封装材料提出了新的更高的要求。所以，可以说功率型 LED 的设计是一片新天地，而功率型 LED 封装技术也将会成为封装技术的主流。

7. 多芯片集成化封装（MCPCB）

大尺寸芯片封装还存在发光的均匀和散热等问题亟待解决。为避免这些问题，可采用小尺寸芯片集成的方法来增加单管最大可发光通量。由于小芯片技术相对成熟，芯片内量子效率的提高导致产生的热量减少，芯片有源层的有效电流密度将大幅上升，单颗芯片效率的提高使多芯片集成化封装成为可能。

MCPCB 封装是近年来发展较快的一种先封装技术，它把若干个芯片组装在一块电路板上，构成多芯片组件，它是 LED 组件功能实现系统级的基础。所有芯片都布置在一个平面上，其基板内互连线采用三维方式布置。集成化封装 LED 器件的热聚集效应使 LED 器件的整体导热效率变得更好，如图 1-15 所示。

8. 数显式封装

LED 数码管以发光二极管作为发光单元，其封装方法如图 1-16 所示。

9. QFN 封装

四侧无引脚扁平封装（QFN），如图 1-17 所示，陶瓷无引线片式 LED 现已在一些手机及笔记本电脑应用。

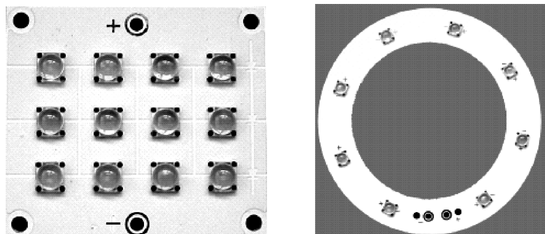


图 1-15　MCPCB 集成化封装

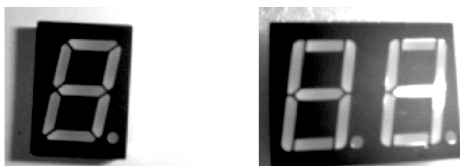


图 1-16　数显式封装

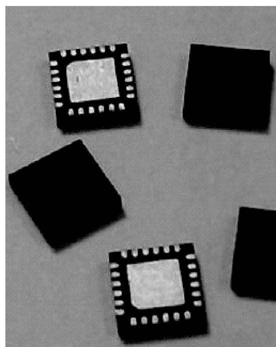
友情提示

以上这些封装形式各有优缺点，对照明领域而言，大都只适用于特殊照明，是走向通用照明的过渡性产品。用于通用照明的 LED 应该有更好的解决方案。

1.2.3　大功率 LED 的散热措施

1. 大功率 LED 的散热路径

大功率 LED 在结构设计上是十分重视散热的。图 1-18a所示为流明公司 K2 系列的内部结构、图 1-18b所



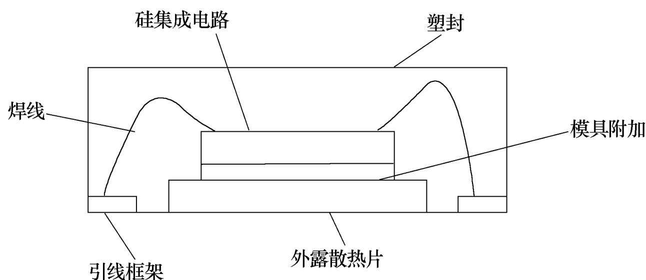
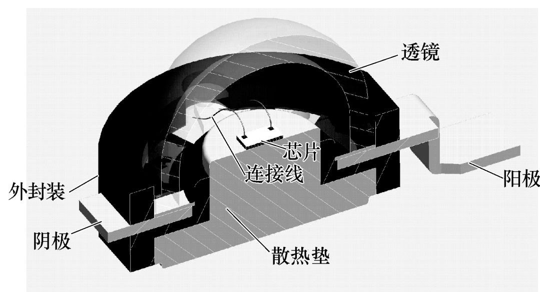


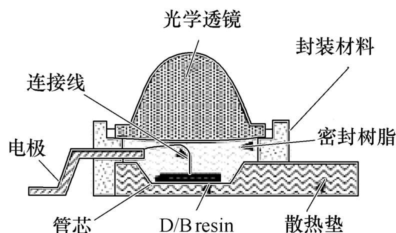
图 1-17　QFN 式封装

示为 NICHIA 公司 NCCW022 的内部结构。从这两图可以看出：在管芯下面有一个尺寸较大的金属散热垫，它能使管芯的热量通过散热垫传到外面去。

大功率 LED 是焊在印制电路板（PCB）上的，如图 1-19所示。散热垫的底面与 PCB 的敷铜面焊在一起，



a）K2系列的内部结构



b）NCCW022 的内部结构

图 1-18　大功率 LED 的结构

以较大的敷铜层作散热面。为提高散热效率，采用双层敷铜层的 PCB，其正反面图形如图 1-20 所示，这是一种最简单的散热结构。

热是从温度高处向温度低处散热。大功率 LED 主要的散热路径是：管芯→散热垫→印制板敷铜层→印制板→环境空

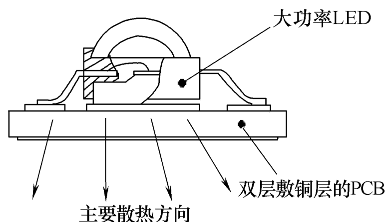


图 1-19　LED 与 PCB 焊接图

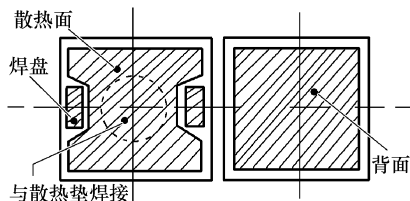


图 1-20　双层敷铜层散热结构

气。若 LED 的结温为 T_J，环境空气的温度为 T_A，散热垫底部的温度为 T_c（$T_J > T_c > T_A$），散热路径如图 1-21所示。

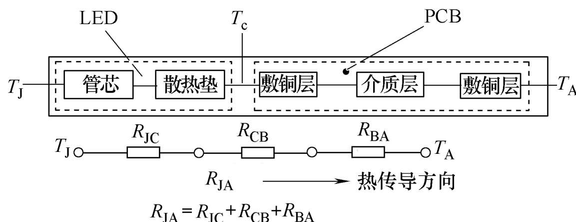


图 1-21　大功率 LED 散热路径图

在热的传导过程中，各种材料的导热性能不同，即有不同的热阻。若管芯传导到散热垫底面的热阻为 R_{JC} (LED 的热阻)、散热垫传导到 PCB 面层敷铜层的热阻为 R_{CB}、PCB 传导到环境空气的热阻为 R_{BA}，则从管芯的结温 T_J 传导到空气 T_A 的总热阻 R_{JA} 与各热阻关系为：

$$R_{JA} = R_{JC} + R_{CB} + R_{BA}$$

各热阻的单位是℃/W。

我们可以这样理解：热阻越小，其导热性能越好，即散热性能越好。如果 LED 的散热垫与 PCB 的敷铜层采用回流焊焊在一起，则 $R_{CB}=0$，则上式可写成：

$$R_{JA} = R_{JC} + R_{BA}$$

2. 大功率 LED 的散热机构

大功率 LED 散热机构的形式可分为主动散热和被动散热两大类，见表 1-6。

表 1-6　大功率 LED 散热机构的形式

散热形式		说　　明
主动散热		加装风扇强制散热、水冷散热、半导体制冷芯片
被动散热	自然散热	自然散热利用热传导、热对流以及热辐射作为基本的散热原理。主要是利用热传导将热导到灯具外壁面，再借由灯具表面积或鳍片与周围空气的对流散热和对周围物体的辐射散热 其优点为散热成本最低、结构最简单，较偏向于小瓦数散热，如 MR16 的应用。市场上以自身结构本体散热方式的 LED 路灯产品，多为 100W 以下的产品，且利用 LED 灯珠排放密度低的方式，克服热通量过高的问题，但松散排列却产生光学上可能有多重影像的现象

（续）

散热形式		说　　明
被动散热	自然散热	在实际应用时，若灯具利用鳍片散热（鳍片外露于大气中），应特别注意落尘或其他异物等积累于鳍片上，以至于造成散热效果降低、影响 LED 寿命
	热管加鳍片	热管是一种新型高效的传热元件，根据热管的传热机理，利用介质热变化，可吸收或散发高热能，热管已成为具备极高的热传效率的设备。一般热管仍需要在冷凝端加鳍片散热。这种散热手段具有紧凑、可靠、灵活、散热效率高、不需要维修等优点 热管加鳍片是目前市场较成熟的热管技术，一般单支直径6mm 的圆管热管便可解决约40～50W 的热量，考虑折弯、打扁效率的折损，一支热管约可解决30～40W的热量。以一个 100W 的灯具来说，约三支热管便可将热带出 LED 模块，接着导至鳍片散热。针对高瓦数如100W 以上的 LED 路灯产品，是一种较合理、成本较低廉的解决方式，这种热方式为目前 LED 路灯的主流散热方式
	均温板加鳍片	均温板与热管的原理及理论架构相同，只有热传导的方向不相同，热管的热传导方式是一维的，是线的热传导方式，而均温板的热传导方式是二维的，是面热传导方式 均温板最大的优点是解决高热通量的散热，或是解决突扩热阻，将不易散热的点热源，拓展成较易散热的面热源 采用均温板加鳍片的散热方式，均温板仅能把热往垂直方向传递，便造成在灯具外形设计上的限制，如图 1-22 所示。目前市场上利用此散热方式的厂家并不多，应用的方式为 6～8 颗 LED 为一模块，以多模块组合成大瓦数的 LED 路灯

（续）

散热形式		说　　明
被动散热	回路热管散热	当热量从蒸发器传至回路热管内的工作介质，工作介质吸收热量后蒸发流向冷凝器，释放热量冷凝后，再借由蒸发器内多孔材料的毛细力，重新回到蒸发器，重复循环 回路热管技术原本应用于太空科技、人造卫星等，在LED照明是一项新尝试，原理如图1-23a所示，应用示意如图1-23b所示，散热管可利用灯壳散热，不须多加装鳍片，若考虑美观，可将散热管绕置于灯壳内部 回路热管散热，当热量从蒸发器传至回路热管内的工作介质，工作介质吸收热量后蒸发流向冷凝器，释放热量冷凝后，再借由蒸发器内多孔材料的毛细力，重新回到蒸发器，重复循环。在被动散热的元件中，回路热管恰好补足热管与均温板无法远距离热传这一块，可将热导至较远或较容易散热的地方

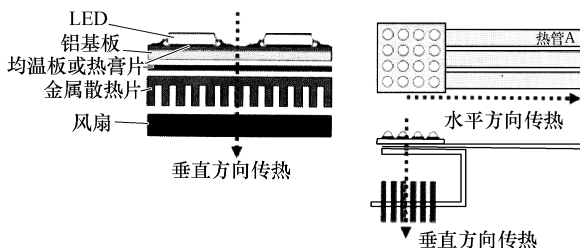


图1-22　均温板与热管传热方式比较

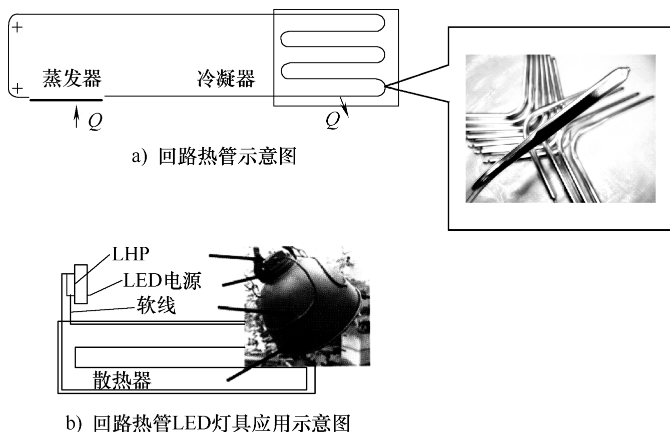


图 1-23　LED 回路热管散热方式



LED 的热性能

LED 的发光原理是在半导体的禁带中，电子和空穴对的辐射复合。但是注入 LED 器件的电能中，仅有约 15% 的电子和空穴为辐射复合，发出光子，而大约 85% 的电能则转化为热能。LED 的热性能直接影响其发光效率、波长、正向压降、反向击穿电流和器件的使用寿命等。传统的 ϕ3mm 和 ϕ5mm 的 LED 器件由于驱动电流小、发热少，热性能影响不显著。近年来，随着功率型 LED 器件的迅速发展，LED 热性能的影响越来越明显，受到人们的普遍关注。

LED的热性能主要是指结温和热阻。结温是指PN结的温度，LED的热阻一般是指PN结到壳体表面之间的热阻。

LED的可靠性受温度的影响很大，使用温度高则故障率也高。其原因不在LED芯片本身，而是由于封装树脂或树脂罩，因温度越高老化越快所致。

LED没有白炽灯、荧光灯耐热，使用LED时需注意温度不宜过高，特别要注意的是在LED芯片的周边不能配置电阻等发热物体。若LED的温度超过了耐热温度，不仅光强迅速降低，而且还会发生芯片连接金线的断线，固定芯片的导电银胶的剥落等现象，甚至可能灭灯。如LED需在高温下使用时，应根据实际安装情况加以判断，并认真对待。

1.3 LED驱动与控制

1.3.1 LED驱动技术

LED发光是有条件的。将正向电压加在其PN结两端，使PN结本身形成一个能级（实际上是一系列的能级），电子在这个能级上跃变并产生光子来发光。所以，需要加在PN结两端的电压来驱使LED发光。又由于LED是特性敏感的半导体器件，具有负温度特性，因而在应用过程中需要对其进行稳定工作状态和保护，从而产生了

LED“驱动”的概念。

1. LED 驱动原理

在 LED 照明领域，要体现出节能和长寿命的特点，选择好的 LED 驱动电路至关重要，没有好的驱动电路的匹配，LED 照明的优势无法体现。

LED 灯具驱动需要先将高压的交流电变换成低压的交流电（AC/AC），然后将低压的交流电经整流变换成低压的直流电（AC/DC），再通过高效率的 DC/DC 开关稳压器降压和变换成恒流源，输出恒定的电流驱动 LED 光源。LED 光源是按灯具的设计要求由小功率或大功率 LED 多串多并而组成。每串的 I_F 电流是按所选用的 LED 光源 I_F 要求设计，总的正向电压 ΔU_F 是 N 颗 LED 的总和。LED 灯具的驱动原理如图 1-24 所示。LED 灯具选用 36V 以下的交流电源可以考虑非隔离供电，如选用 220V 和 100V 的交流电源应考虑隔离供电。



图 1-24　LED 灯具驱动原理

目前，MR11、MR16 射灯、水底灯、洗墙灯、路灯、隧道灯、汽车工作灯等 LED 灯具大多选用散热较好的、自带铜基或铝基板的 1W、3W 大功率 LED 光源，使用

AC/DC12～36V 电源，因而需要使用 DC/DC 的降压（Buck）+恒流给 LED 提供 U_F 和 I_F，LED 灯具大多使用低压电源，因此在这类灯具的电路设计上，LED 的串联个数在 1～9 颗，尤以 1～3 颗为常见。串联的总 $\triangle U_F$ 应低于电源 U_{in}，如三颗 LED 串联，$\triangle U_F = 3.4V \times 3 = 10.2V$，低于 U_{in}，所以能正常工作。

MR11、MR16 射灯常见的是 3 个 1W 的 LED 串联或使用一个 3W 的 LED；水底灯常见的是 3 个 1W 的 LED 串联后再并联，3 个一组；洗墙灯常见的是 1～9 个 1W 的 LED 串联；路灯常见的是 9 个 1W 的 LED 串联后并联 3 组；汽车照明灯常见的是 3～6 个 1W 的 LED 串联后并联 3 组。当然 LED 的串并联方案是多种多样的，串联个数与其工作电压有关，这里就 DC 12～36V 工作电压而言。目前 1W 的 LED 光源散热较好，因此选用较多。

2. LED 驱动器的通用技术要求

（1）高效率和高可靠性。

LED 是节能产品，驱动电源的效率要高。对于电源安装在灯具内的结构，尤为重要。因为 LED 的发光效率随着 LED 温度的升高而下降，所以 LED 的散热非常重要。电源的效率高，它的耗损功率小，在灯具内发热量就小，也就降低了灯具的温升。同时也延缓 LED 的光衰，有利于提高整个灯具的使用寿命。

LED 驱动器的工作可靠性一定要高（例如机械连接、安装、维修及替换、寿命周期等），输出功率一定要能够

满足灯具要求（涉及 LED 正向电压范围、电流及 LED 排列方式），特别像 LED 路灯的驱动电源，装在高空，维修不方便，维修的花费也大。

（2）高功率因数。

功率因数是电网对负载的要求。一般 70W 以下的用电器，没有强制性指标。虽然功率不大的单个用电器功率因数低一点对电网的影响不大，但晚上大家点灯，同类负载太集中，会对电网产生较严重的污染。对于 30 ~ 40W 的 LED 驱动电源，在不久的将来，也许会对功率因数方面有一定的指标要求。

（3）驱动方式。

LED 均采用直流供电，现在通行的驱动方式有两种：一种是一个恒压源供多个恒流源，每个恒流源单独给每路 LED 供电。这种方式，组合灵活，一路 LED 故障，不影响其他 LED 的工作，但成本会略高一点。另一种是直接恒流供电，LED 串联或并联运行。它的优点是成本低一点，但灵活性差，还要解决某个 LED 故障，不影响其他 LED 运行的问题。这两种形式，在一段时间内并存。多路恒流输出供电方式，在成本和性能方面会较好，有可能是以后的主流方向。

LED 驱动器应尽可能保持恒流特性，尤其在电源电压发生 ±15% 的变动时，仍应能保持输出电流在 ±10% 的范围内变动。同时驱动器应保持较低的自身功耗，这样才能使 LED 的系统效率始终保持在较高水准。

（4）浪涌保护。

LED 抗浪涌电压/电流的能力是比较差的，特别是抗反向电压能力，加强这方面的保护非常重要。例如装在户外的 LED 路灯，由于电网负载的无规律启动与停用、雷击感应等，从电网系统会侵入各种浪涌电压/电流，有些浪涌电压/电流会导致 LED 的损坏。因此 LED 驱动电源要有抑制浪涌电压/电流侵入的技术措施，保护 LED 不被浪涌电压/电流意外损坏。

（5）保护功能。

驱动器应设置完善的保护电路，如低压锁存、过电压保护、过热保护、输出开路或短路保护。LED 驱动器除了上述常规的保护功能外，最好在恒流输出中增加 LED 温度负反馈电路，防止 LED 温度过高。

（6）防护性能。

灯具外安装型驱动电源的封装结构要防水、防潮，外壳要耐晒、耐紫外线照射。

（7）功能要求。

LED 的最大电流可设定，在使用过程中可调节 LED 的亮度。有的场合还要求驱动器具有发光模式及效果变换功能。驱动器应符合安规和电磁兼容的要求，工作时对其他电子设备及电路的干扰影响小。

（8）驱动电源的寿命要与 LED 的寿命相适配。

3. LED 灯具对低压驱动芯片的通用技术要求

1）驱动芯片的标称输入电压范围应当满足 DC 8 ~

40V，以覆盖应用面的需要，耐压如能大于 45V 更好；AC 12V 或 24V 输入时，简单的桥式整流器输出电压会随电网电压波动，特别是电压偏高时，输出直流电压也会偏高，驱动 IC 如不能适应宽电压范围，往往在电网电压升高时会被击穿，LED 光源也因此被烧毁。

2）驱动芯片的标称输出电流要求大于 1.2～1.5A。作为照明用的 LED 光源，1W 功率的 LED 光源，其标称工作电流为 350mA，3W 功率的 LED 光源，其标称工作电流为 700mA，功率大的需要更大的电流。因此，LED 照明灯具选用的驱动 IC 必须有足够的电流输出，设计产品时必须使驱动 IC 工作在满负荷输出的 70%～90% 的最佳工作区域。使用满负荷输出电流的驱动 IC 在灯具狭小空间散热不畅，容易疲劳和早期失效。

3）驱动芯片的输出电流必须长久恒定。LED 光源才能稳定发光，亮度不会闪烁；同一批驱动芯片在同等条件下使用，其输出电流大小要尽可能一致，也就是离散性要小，这样在大批量自动化生产线上生产才能有效和有序；对于输出电流有一定离散性的驱动芯片必选在出厂或投入生产线前分档，调整 PCB（印制电路板）上电流设定电阻（R_s）的阻值大小，使之生产的 LED 灯具恒流驱动板对同类 LED 光源的发光亮度一致，保持最终产品的一致性。

4）驱动芯片的封装应有利于驱动芯片管芯的快速散热，如将管芯（Die）直接绑定在铜板上，并有一 Pin 直接延伸到封装外，便于直接焊接在 PCB 板的铜箔上迅速

导热。

5）驱动芯片本身的抗电磁干扰、噪声、耐高压的能力也关系到整个LED灯具产品能否顺利通过CE、UL等认证，因此驱动芯片本身在设计伊始就要选用优秀的拓扑结构和高压的生产工艺。

6）驱动芯片自身功耗要求小于0.5W，开关工作频率要求大于120Hz，以免工频干扰而产生可见闪烁。

友情提示

接触过LED的人都知道：由于LED正向伏安特性非常陡（正向动态电阻非常小），要给LED供电就比较困难。不能像普通白炽灯一样，直接用电压源供电。否则，电压波动稍增，电流就会增大到将LED烧毁的程度。为了稳住LED的工作电流，保证LED能正常可靠地工作，各种各样的LED驱动电路就应运而生。

LED驱动电路，有的电路简单，有的电路复杂；有的适用于小功率LED阵列，有的适用于大功率LED阵列；有的采用直流供电，有的采用交流供电；有的性能良好，使用寿命长，有的性能不佳，故障率高，殃及LED的使用寿命。

1.3.2 LED驱动器的类型及选用

1. 按应用领域分类

LED驱动器按应用来分有三大类：一是用于消费电

子产品，其应用特点是以电池为能源，一般为 4.2 ~ 8.4V，它需要低电压和小电流的 LED 驱动器；二是用于汽车照明产品，因其电源来自汽车蓄电池，一般是 48V，所以需要较高电压降压的 LED 驱动器；三是建筑装饰照明和家庭照明，它需要能将 AC 直接变换成 DC 的 LED 驱动器，主要功能是将交流电压转换为恒流电源，并同时完成与 LED 的电压和电流的匹配。因而不同用途的 LED 驱动器是完全不同的。



消费电子产品的 LED 驱动器拥有比较成熟的技术、产品和相对成熟的市场。例如，手机、MP3/MP4 等电子产品。

汽车照明产品使用的 LED 等的数量较多，大多是串并联驱动，需要较高的电压，这对于取自汽车蓄电池的电源来说是十分方便的。目前，能耐 60V 高压的 LED 驱动器新品推出已较多。因而业界对在汽车市场直接采用 LED 的仪表板背光、前后雾灯、第三刹车灯、方向灯、尾灯的市场十分看好和乐观。

建筑装饰照明和家庭照明，则需要将 AC 能直接变换成 DC 恒流源的 LED 驱动器，目前还不能提供单个 SOC 的集成电路产品，大多数是模块电路。建筑装饰照明在国内各大城市应用已十分广泛，节能效果显著。社会对家庭用 LED 照明灯需要量将是一个天文数字，但目前的家庭

用 LED 照明灯技术和生产成本离大批量生产还有一定的距离，尚需努力。

2. 按驱动方式可分类

按驱动方式可分为恒流式和稳压式两大类。

（1）恒流式

恒流式驱动器可分为直流输入-直流输出（DC-DC）和交流输入-直流输出（AC-DC）两种方式。

按照输入输出电压关系，DC-DC 恒流式驱动器的分类如图 1-25 所示。

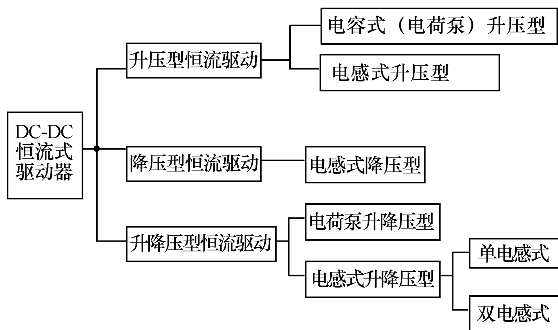


图 1-25　DC-DC 恒流式驱动器的分类

AC-AC 市电交流恒流源可分为非隔离型和隔离型两大类，见表 1-7。

LED 恒流驱动器性能比较见表 1-8。

表 1-7　AC-AC 恒流驱动器的分类

种　　类	安规要求	说　　明
非隔离型	在特定情况下符合安规要求	输入交流线和输出直流线有公共线
		输入交流直接整流成高压直流，再用高压 IC 进行恒流控制（需要昂贵的高压 IC）
隔离型	符合安规要求	输入交流线和输出直流线没有公共线（通常要采用交流变压器隔离）
		采用工频交流变压器隔离（体积大，重量重）
		采用高频变压器隔离（需要先把工频整流成直流，再将直流变换为高频交流，再用交流整流成所需的直流）

表 1-8　LED 恒流驱动器性能比较

性　　能	直流线性恒流驱动器	交流开关恒流驱动器
可靠性	高（电路简单，元件少，制作容易）	较差（电路复杂，元件多，制作技术较难）
安全性	高（直流低压）	较差（220V 交流电）
恒流精度	高	高
用电效率	较低	高
散热	好，直接安装在壳体上	较差，需另装散热器
维护性	好	较难

（续）

性　　能	直流线性恒流驱动器	交流开关恒流驱动器
谐波电流	无	较大
使用寿命	长	较长
体积	小，易内置	较大
价格	较低	较高
供电方便性	较差（需配用开关稳压电源，供电半径短）	好（直接接～220V 电源，供电半径长）
对电源电压和 LED 负载变化的适应性	较差	好

友情提示

恒流式驱动器具有以下特性：

1）恒流驱动电路输出的电流是恒定的，而输出的直流电压却随着负载阻值的大小不同在一定范围内变化，负载阻值小，输出电压就低，负载阻值越大，输出电压也就越高。

2）恒流电路不怕负载短路，但严禁负载完全开路。

3）恒流驱动电路驱动 LED 是较为理想的，但相对而言价格较高。

4）恒流驱动器的最大承受电流及电压值，它限制了

LED 的使用数量。

恒流驱动器适用于以下电路：

1）太阳能 LED 灯具：12V、24V。

2）汽车 LED 车灯：12V、24V、48V。

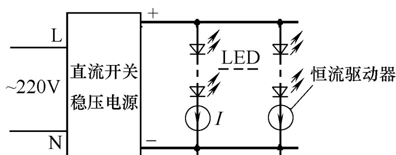
3）电动自行车 LED 车灯：12V、24V、36V。

4）采用一组公用 AC/DC 恒压开关电源供给几组恒流源的 LED 灯具。

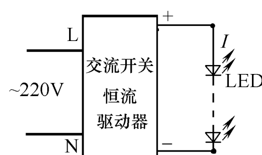


常用 LED 恒流驱动器的接线方法如图 1-26 所示。

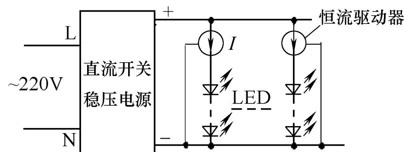
一、直流线性恒流驱动器（两端）



三、交流开关恒流驱动器（四端）



二、直流线性恒流驱动器（三端）



四、直流开关恒流驱动器（四端）

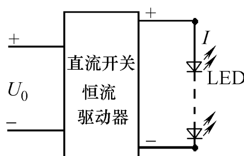


图 1-26　常用 LED 恒流驱动器的接线方法

（2）稳压式

DC/DC 开关稳压器是用电感器来储存电能的，而电感器容易发射开关频率，易对射频（RF）发生新的干扰，因此在手机产品中用得较少。电荷泵也是一种开关稳压器，但它用电容器作电能储能，因而不会发射开关频率，在手机产品中占了最大的份额。LDO 是一种性能很好的低压差稳压器，输出电压稳定，当负载不变时，它流过负载的电流也恒定，因此 LDO 是一个很好的 LED 稳压驱动器。

友情提示

稳压式驱动器具有以下特性：

1）当稳压电路中的各项参数确定以后，输出的电压是固定的，而输出的电流却随着负载的增减而变化。

2）稳压电路不怕负载开路，但严禁负载完全短路。

3）以稳压驱动电路驱动 LED，每串需要加上合适的电阻才能使每串 LED 显示亮度平均。

4）亮度会受整流电压变化的影响。

5）稳压型开关电源技术成熟，价格低廉。可以采用一个大功率多路输出稳压源驱动几个直流恒流源；直流稳压/恒流源放在 LED 灯头内，与 LED 组合成模块；交流开关电源可以和灯光控制器放在一起。

3. 按电路结构方式分类

按电路结构方式，可分为电阻电容降压方式、电阻降

压方式、常规变压器降压方式、电子变压器降压方式、RCC 降压方式和 PWM 控制方式，见表 1-9。

表 1-9　LED 驱动器按电路结构分类

类　　型		说　　明
电阻电容降压方式		通过电容降压，在使用时，由于充放电的作用，通过 LED 的瞬间电流极大，容易损坏芯片。易受电网电压波动的影响，电源效率低、可靠性低
电阻降压方式		通过电阻降压，受电网电压变化的干扰较大，不容易做成稳压电源，降压电阻要消耗很大部分的能量，所以这种供电方式电源效率很低，而且系统的可靠性也较低
常规变压器降压方式		电源体积小，重量偏重，电源效率也很低，一般只有 45% ~60% ，所以一般很少用，可靠性不高
电子变压器降压方式		电源效率较低，电压范围也不宽，一般为 180 ~240V，波纹干扰大
开关电源	RCC 降压方式	自振反激型变换器（Ring Choke Converter，RCC），由于其电路拓扑简洁、输出与输入电压电气隔离且不需要输出滤波电感、能高效提供多组直流输出、电压升降范围宽等特点而广泛应用于中小功率变换场合，也是容量一般低于 50W 的电源经常使用的变换器 RCC 是采用与 PWM 型变换器相对的一种驱动方式，开关的导通和关断不需要专门的触发电路，完全靠电路内部来完成。这种变换器有它独特的优势，即稳压范围比较宽、电源效率比较高，一般可以做到 70% ~80% ，具有较高的性价比，但这种控制方式的振荡频率不连续，开关频率不容易控制，负载电压波纹系数比较大，异常负载适应性差

（续）

类型		说明
开关电源	PWM控制方式	脉冲宽度调制（PWM）是利用微处理器的数字信号输出来对模拟电路进行控制的一种非常有效的技术。PWM电路主要由四部分组成：输入整流滤波部分、输出整流滤波部分、PWM稳压控制部分、开关能量转换部分。PWM开关稳压的基本工作原理就是在输入电压、内部参数及外接负载变化的情况下，控制电路通过被控制信号与基准信号的差值进行闭环反馈，调节主电路开关器件导通的脉冲宽度，使得开关电源的输出电压或电流稳定（即相应稳压电源或恒流电源）。电源效率极高，一般可以做到80%～90%，输出电压、电流稳定 一般来说，PWM控制方式开关电源都有完善的保护措施，属于高可靠性电源

1.3.3　LED驱动IC及选用

1. LED驱动IC的4类模式

目前，许多IC公司均有自己的LED驱动IC产品推向市场，大致主要可分为4类驱动模式：低电压类IC、全电压交流转换成直流类IC、中等电压类IC和可编程类IC。

（1）低电压类IC

低电压类IC主要以构成DC-DC LED驱动为主，其输入电压一般不超过DC15V。

低电压类IC的电路类型主要有降压式与升压式之分，

降压式电路又有线性降压与开关降压，升压式多数采用 Boost 电路。一般来讲，升压转换电路可选择的专用驱动 IC 较多。可实现低电压类驱动的 IC 型号较多，几乎大多数的 IC 公司均有相似的产品。有的驱动 IC 可接受外加 PWM 调光控制；有的在 IC 内部集成了过温度控制功能，结合外电路取样可实现对 LED 工作电流与温度的监控；有的则加入了频率抖动控制功能，以改善 EMI 特性。其主要性能见表 1-10。

表 1-10　低电压类 IC 主要性能

型　　号	电路类型	$U_{in(DC)}$/V	$U_{out(maxDC)}$/V	$I_{out(max)}$/mA	生产商
LM2623A	升压电路	0.8～14	14	1000	国家半导体
LM2700		2.2～12	17.5	1000	
LM3551		2.7～5.5	12	700	
NCP1422		1～5	5	800	安森美
NCP1450A		0.8～6	6	外部设定	
SP6641B		1～5	6	500	Sipex
SP6648		0.7～4.5	4	400	
SP7648		2.7～4.5	2.7～5.5	800	
L6920		0.6～5.5	8	500	ST
ZXSC310E5		0.8～8	8	外部设定	Zetex
ZXSC400E6		1.8～8	8	外部设定	

（续）

型　　号	电路类型	$U_{in(DC)}$/V	$U_{out(maxDC)}$/V	$I_{out(max)}$/mA	生产商
SP6652	降压电路	2.7～5.5	5	1000	Sipex
SP6655		2.7～5.5	5	400	
NCP5030	降压/升压	2.7～5.5	2.2～5.3	1200	安森美
STCF02		2.7～5.5	2.5～5.3	600	ST
SP7685	充电泵	2.5～5.5	5	800	Sipex
LM2754		2.8～5.5	5	800	国家半导体
SP7686		2.5～5.5	5	500	Sipex
ST890	线性	2.2～5.5	5	1200	ST

应用技巧

在选用该类电路时，要注意IC的最低启动电压、最高开关频率，内部功率管是二极管，还是MOSFET管（或直接用外置MOSFET管），因内置功率管的不同在转换效率上存在一定的差异。

充电泵电路则一般转换功率较小，比较适合于对空间要求严格的场合。

采用线性降压模式，存在电路转换效率较低，尤其是当输入电压为DC12V转成3.5V/0.35～0.7A时，转换效率更是低至20%～30%。如此低的转换效率严重影响了电路的可靠性，给LED灯饰产品长期可靠地工作带来了

极大的隐患。采用线性降压的电路除转换效率低外，无论是在降压开关电路，还是升压开关电路中，使用日久往往其 PCB 板存在严重焦黑现象。

（2）全电压 AC-DC 类 IC

全电压交流转直流（AC-DC）类 IC 的输入电压为国际电压，即 AC 85～265V，该电压范围能满足世界各国的电网电压要求，由该类 IC 组成的驱动器给使用者带来了极大的方便。可以实现全电压类驱动的 IC 型号较多，其主要性能见表 1-11。

表 1-11　全电压 AC-DC 类 IC 主要性能

<table>
<tr><th>型　号</th><th>电路类型</th><th>$U_{in(DC)}$/V</th><th>$U_{out(maxDC)}$/V</th><th>$I_{out(max)}$/mA</th><th>生产商</th></tr>
<tr><td>FAN7554</td><td>隔离电路</td><td rowspan="7">85～265</td><td>可调整</td><td rowspan="2">外部设定</td><td>飞兆</td></tr>
<tr><td>TNY2XX</td><td>隔离电路</td><td>5～30</td><td>Powerint</td></tr>
<tr><td>NCP101X</td><td>隔离电路</td><td>30</td><td>450</td><td>安森美</td></tr>
<tr><td>VIPER12</td><td>隔离电路</td><td>16</td><td rowspan="3"><1000</td><td rowspan="3">ST</td></tr>
<tr><td>VIPER22</td><td>隔离电路</td><td>32</td></tr>
<tr><td>VIPER53</td><td>隔离电路</td><td>48</td></tr>
<tr><td>NCP1651</td><td>隔离 PFC 电路</td><td><100</td><td rowspan="6">外部设定</td><td>安森美</td></tr>
<tr><td>IRS2540</td><td>非隔离电路</td><td><200</td><td>可调整</td><td rowspan="2">国际整流器</td></tr>
<tr><td>IRS2541</td><td>非隔离电路</td><td><600</td><td>可调整</td></tr>
<tr><td>NCP1216</td><td>非隔离电路</td><td rowspan="3">85～265</td><td><250</td><td>安森美</td></tr>
<tr><td>LM3445</td><td>非隔离电路</td><td>可调整</td><td>National</td></tr>
<tr><td>SSL2101</td><td>隔离电路</td><td>可调整</td><td>NXP</td></tr>
</table>

友情提示

可实现小功率 AC-DC 的方案较多，如阻容降压电路、非隔离电路、反激式隔离电路等，根据使用场合的不同可采用不同的拓扑形式。由于电路的输出功率较小，综观市场上该类产品，非隔离电路由于体积小、成本低廉、取材容易等因素而成为首选。目前，非隔离电路主要运用在人体不能直接触摸的地方，如户外景观灯、LED 路灯等场合，该类转换器具有转换效率高、成本低、加工生产简便等优点；隔离电路的典型应用主要是在 LED 台灯、LED 室内灯饰等产品。

应用技巧

几乎所有的 PWM 控制 IC 均能构成 AC-DC 类拓扑，只是目前 LED 的消耗功率还较低，因此与之配合使用的驱动器也无需较大的输出功率。正因为输出功率不大，因此恒流电路的设计尤为重要，特别是在输出低电压、大电流时，若采用简单的电阻取样加三极管控制方式，在取样电阻上消耗了大量的功率，使电阻发热严重，导致驱动电路的输出电流发生漂移现象，对 LED 灯饰产品的亮度及一致性带来影响，并使电路的整体转换效率大大降低，降低产品的可靠性。比较合理的电流取样方式是采用毫欧级电阻加电流放大器的形式，在输出电流为 700mA 时，在同样的输出功率情况下，理论与实践证明，电阻取样方式比电流放大器取样方式效率低3% ~8% 。

（3）中等电压类 IC

中等电压类 IC 主要可用作以电池为输入电压源，LED 灯饰产品主要以汽车为主，如汽车阅读照明、刹车灯、转向灯等。实现中等电压类驱动的 IC 型号较多，其主要性能见表 1-12。

表 1-12　中等电压类 IC 主要性能

型　　号	电路类型	$U_{in(DC)}$/V	$U_{out\,(maxDC)}$/V	$I_{out\,(max)}$/mA	生产商
CS5171/3	升压电路	2.7～30	40	1000	安森美
MLX10803	降压电路	6～32	30	外部设定	Melexis
LM3402		6～42	41	500	国家半导体
LM3402HV		6～75	74	500	
LM3404		6～75	74	1200	
LM3489		4.5～35	可调整	外部设定	
SP6137		3～20	3～15	外部设定	SipeX
L6902		8～36	34	1000	ST
ZXLD1350E5		9～30	30	350	Zerex
ZXLD1360		9～30	30	1000	
LM2734		3～20	18	1000	国家半导体
NCP3163	降压或升压电路	2.5～40	40	3000	安森美
LM317	LDO	40	37	1500	
NUD4001		8～30	28	400	
SP7615		4.5～16	VIN -0.5	500	Sipex
SPX2941		4～16	3～15	1000	
LM3478	SEPIC，升压，反激	2.97～40	可调整	外部设定	国家半导体

友情提示

中等电压类 IC 以采用开关型降压电路居多，同时为减小续流电感的尺寸，开关频率一般较高。输出电压与输出电流通常可根据使用条件的需要而作相应地调整。

（4）可编程类 IC

在 LED 灯饰产品中，除了常规的白光 LED 产品外，在户外景观照明、装饰照明中，RGB 变色类产品所占据的比例较高，因此需要使用专门的驱动 IC 进行编程控制。实现可编程类 IC 的选择性相对较少，其主要性能见表 1-13。

表 1-13　可编程类 IC 主要性能

型　　号	电路类型	$U_{in(DC)}$/V	内存	ADC	生产商
CY8C21×23	PSoC-8bit	2.4～5.25	4kB Flash	10bit A/D	Cypress 半导体
CY8C24XXXA		2.4～5.25	4kB Flash	14bit A/D	
CY8C21×34		2.4～5.25	8kB Flash	10bit A/D	
ST7DALI	MCU-8bit	2.4～5.5	8kB Flash	10bit A/D	ST 半导体
PIC12 F629/675		2.0～5.5	1kB Flash		微芯半导体
MC68H908 QT/QYXA		3.0～5.0	1.5～4kB Flash		飞思卡半导体
MC908QB		3.0～5.0	4～8kB Flash		
MC9S08QG		1.8～3.6	4～8kB Flash		
MC9RS08KA2		1.8～5.5	1～2kB Flash	模拟比较	



采用编程控制方式，不但降低了硬件电路的体积与成本，提高了 LED 驱动器的知识产权保护性；而且利用该类 IC 编程控制的灵活多样，可根据使用场合的不同，结合控制程序的改变，可实现追逐、流水、渐变、快变、跳变、闪变及实时动态显示图形、图像等功能，充分发挥 LED 色彩丰富的特点，能给人的视觉带来极大的冲击，并能提高产品的卖点。

2. 常用 LED 恒流驱动 IC 的选用

采用恒流驱动方式，是比较理想的 LED 驱动方式，它能避免 LED 正向电压的改变而引起电流变动，同时恒定的电流使 LED 的亮度稳定。随着 LED 应用范围的扩大，为了提升产品的品质，许多集成电路厂家都相继推出了各种 LED 专用恒流驱动电路，功率从几十毫瓦到几十瓦。目前，恒流集成电路已被广泛使用。

目前，中国台湾点晶 SITI、中国台湾聚积 MBI、中国台湾全泰 APEX、美国德州仪器 TI、意法半导体 ST、日本东芝 TOSHIBA 等主流厂家都可提供恒流驱动集成电路。

（1）8bit 恒流源

8bit 恒流源有：ST2221A、DM114、DM115、MBI5001、MBI5168、TLG5902、AP83515、TB62725AF 等，其中广为我国大陆地区厂家选用的器件为 ST2221A 和 MBI15168，该两款器件性价比高，工作稳定，其中的 ST2221A-1、

MBI5168CNS、TB62725 的引脚完全兼容，可以直接替换。

适用范围：全彩电子显示屏，美耐灯，护栏灯，其他灯饰。

（2）16bit 恒流源

16 bit 恒流源主要有：ST2221C、DM134、DM135、MBI15026CF、TLG5921、AP83510、TB62726AF 等，其中的 TB62726AF、MBI5026CF、AP83510TBG，三款引脚完全兼容，可以直接替换。而 ST2221C、DM134、DM135、TLG5921 则为不同的封装形式，故需要重新对 PCB 板图进行设计。ST2221C-3、MBI5026CP 为相同的引脚定义，可以直接替换使用。另外，AP83510TBG 为 120mA 电流，在应用方面有其特殊的优势。

适用范围：全彩电子显示屏，双色电子显示屏。

（3）特殊恒流源

特殊恒流源集成电路是指在恒流以外增加了一些特殊应用的集成电路。目前此类芯片的代表厂家为中国台湾点晶科技和中国台湾聚积科技。

中国台湾聚积科技的产品如 MBI5027CF、MBI5028CF，在功能和应用方面基本同点晶科技的产品有异曲同工的效果。

1.3.4 常用 LED 电源芯片控制模式

LED 驱动电源是把电源供应转换为特定的电压电流以驱动 LED 发光的电压转换器，通常情况下，LED 驱动

电源的输入包括市电、低压直流、高压直流、低压高频交流等。而 LED 驱动电源的输出则大多数为可随 LED 正向压降值变化而改变电压的恒定电流源。目前，市场上可以买到的微功率电源芯片有以下几种控制模式：PFM、PWM、chargepump、FPWM、PFM/PWM 以及 pulse-skipPWM、digitalPWM。其中常见的有 PFM、PWM、chargepump 以及 PFM/PWM，见表 1-14。

表 1-14　常用 LED 电源芯片控制模式

控制模式	说　　明
PFM	PFM 是通过调节脉冲频率（即开关管的工作频率）的方法实现稳压输出的技术。它的脉冲宽度固定而内部振荡频率是变化的，所以滤波较 PWM 困难。但是 PFM 受限于输出功率，只能提供较小的电流。因而在输出功率要求低、静态功耗较低的场合可采用 PFM 方式控制
PWM	PWM 的原理就是在输入电压、内部参数及外接负载变化的情况下，控制电路通过被控制信号与基准信号的差值进行闭环反馈，调节集成电路内部开关器件的导通脉冲宽度，使得输出电压或电流等被控制信号稳定。PWM 的开关频率一般为恒定值，所以比较容易滤波。但是 PWM 由于误差放大器的影响，回路增益及响应速度受到限制，尤其是回路增益低，很难用于 LED 恒流驱动，尽管目前很多产品都应用这种方案，但普遍存在恒流问题。在要求输出功率较大而输出噪声较低的场合可采用 PWM 方式控制

（续）

控制模式	说　　明
chargepump	chargepump（电荷泵）解决方案是利用分立电容将电源从输入端送至输出端，整个过程不需要使用任何电感。chargepump 主要缺点是只能提供有限的电压输出范围（输出一般不会超过 2 倍输入电压），原因是当多级 chargepump 级联时，其效率下降很明显。用 chargepump 驱动一个以上的白光 LED 时，必须采用并联驱动的方式，因而只适用于输入输出电压相差不大的应用场合
DigitalPWM	采用 DigitalPWM（数字脉宽调制）通过对独立数字控制环路和相位的数字化管理，实现对 DC/DC 负载点电源转换进行监测、控制与管理，以提供稳定的电源，减少传统供电模组的电压波幅造成系统的不稳定，而且 DigitalPWM 并不需要采用传统较高量的液态电容用作储波及滤波作用。DigitalPWM 数字控制技术，能够使得 MOSFET 管运行在更高的频率下，有效地缓解了电容所受到的压力。DigitalPWM 适用于大电流密度，其响应速度很快，但回路增益仍受到限制，目前成本相对较高。因此其在 LED 恒流驱动上的应用仍需进一步研究
FPWM	FPWM（强制的脉宽调制）是一种恒流输出为基础的控制方式，它的工作原理是无论输出负载如何变化总是以一种固定频率工作，高侧 FET 在一个时钟周期打开，使电流流过电感，电感电流上升产生通过感抗的电压降，这个压降通过电流感应放大器放大，来自电流感应放大器的电压被加到 PWM 比较器输入端，和误差放大器的控制端作比较，一旦电流感应信号达到这个控制电压，PWM 比较器就会重新启动关闭高侧 FET 开关的逻辑驱动电路，低侧的 FET 会在延迟一段时间后打开。在轻负载下工作时，为了维持固定频率，电感电流必须按照反方向流过低侧的 FET。FPWM 技术驱动芯片目前只见到 MAXIM 和 NationalSemiconductor 的芯片使用



PFM、PWM 是采用恒压驱动方式控制 LED，而 FP-WM 和 PFM/PWM 是恒流驱动方式控制技术，实践证明较适合 LED 驱动。

1.4　LED 与驱动电源的匹配

由于白光 LED 的正向压降匹配较差，早期的白光 LED 驱动器采用限流电阻进行电流匹配，以补偿正向电压的差异，从而保证白光 LED 亮度的一致性。最新研制的白光 LED 驱动 IC 可以不受供电电压的影响而保持恒定的亮度，提升并调节电池电压的驱动器 IC 可以是开环或闭环控制器、电荷泵或带有电压或电流输出的电感式变换器。

在大多数应用中，白光 LED 是通过并联或串联在一起的。但在个别情况下，也可采用混联配置方式，还可采用交叉阵列形式连接。LED 采用哪种连接方式取决于应用的需要，每种配置方案都有其本身的优点和不足之处。

1.4.1　LED 串联方式

白光 LED 具有类似二极管的正向电压和电流特性。由于白光 LED 亮度几乎完全由电流控制，因此，只要使用相同或匹配的电流，两个白光 LED 即可获得相同的亮

度，而无须考虑其正向电压的差异。

1. 电路连接

白光LED采用串联方式连接可保证其电流相同，因此全部白光LED的亮度都是一致的。

图1-27a所示为LED采用全部串联方式，其优点是通过每个LED的工作电流相等，一般应串入限流电阻R，要求LED驱动器输出较高的电压。当LED的一致性差别较大时，分配在不同LED两端的电压也不同，但通过每只LED的电流相同，各LED的亮度一致。

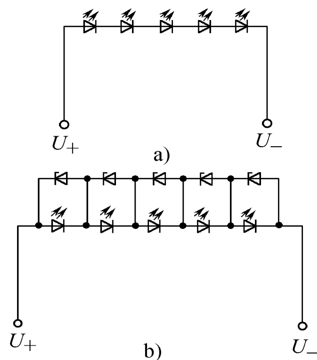


图1-27　LED串联方式连接

2. 电路分析

当某一只LED短路时，如果采用稳压驱动方式（如常用的阻容降压方式），由于驱动器输出电压不变，那么分配在剩余的LED两端的电压将升高，驱动器的输出电流将增大，容易损坏余下所有的LED。如采用恒流方式驱动LED，当某一只LED因品质不良而短路时，由于驱动器输出电流保持不变，所以不影响余下所有LED正常工作。

当某一只LED断开后，串联在一起的LED将全部不

亮。解决的办法是在每只 LED 两端并联一个稳压二极管，如图 1-27b 所示。注意，稳压二极管的导通电压应比 LED 的导通电压高，否则 LED 就不会亮。



串联方式能确保各只 LED 的电流一致。如果 4 只 LED 串联后总的正向电压 U_F 为 12V，就必须使用具有升压功能的驱动电路，以便为每只 LED 提供充足的电压。但由于 LED 的 U_F 值存在一个变化范围，各只 LED 之间的压差会随之变化，对亮度的均匀性有一定的影响。

1.4.2　LED 并联方式

1. 电路连接

采取多只 LED 并联，用独立的驱动电路来驱动，如图 1-28 所示。并联设计基于低驱动电压，因此无需带电感的升压电路。此外，并联设计具有低电磁干扰、低噪声和高效率等特点，且容错性较强。

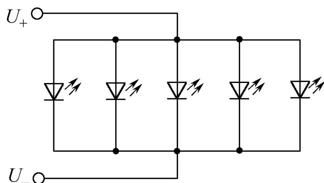


图 1-28　LED 并联方式连接

2. 电路分析

LED 采用全部并联方式，其特点是每个 LED 的工作电压相等，总电流为 $\sum I_F$。为了实现每只 LED 的工作电流 I_F 一致，要求每只 LED 的正向电压也要一致。但是，器

件之间的特性参数存在一定差别，且 LED 的正向电压 U_F 会随温度上升而下降，不同 LED 可能因为散热条件的差别而引发工作电流 I_F 的差别。散热条件较差的 LED 的温升较大，正向电压 U_F 下降得也较大，造成工作电流 I_F 上升。而工作电流 I_F 的上升又会加剧温升，如此循环可能导致 LED 烧毁。

LED 采用全部并联方式时，要求 LED 驱动器输出较大的电流，负载电压较低。由于分配在所有 LED 两端的电压相同，当 LED 的一致性差别较大时，而通过每只 LED 的电流不一致，LED 的亮度也不同，可挑选一致性较好的 LED。LED 采用全部并联方式适合于电源电压较低的产品供电场合（如太阳能或电池）。

假设某一只 LED 断开时，如果采用稳压式 LED 驱动方式（例如稳压式开关电源），驱动器的输出电流将减小，但不影响余下的所有 LED 的正常工作。如果是采用恒流式 LED 驱动方式，由于驱动器的输出电流保持不变，分配在余下的 LED 中的电流将增大，容易损坏所有 LED。解决办法是尽量多并联 LED，当断开某一只 LED 时，分配在余下的 LED 中的电流不大，不至于影响余下的 LED 正常工作。所以功率型 LED 作并联负载时，不宜选用恒流式驱动器。

假设某一只 LED 短路时，所有的 LED 将不亮，但如果并联 LED 的数量较多，通过短路的 LED 的电流较大，足以将短路的 LED 烧成断路。

大多数并联白光 LED 配置都采用恒电压或恒电流的驱动器，而驱动器的采用取决于具体的应用要求。在恒压拓扑中驱动并联白光 LED 非常简单，驱动器可以是开环电压输出的开关式 DC/DC 稳压变换器。每个白光 LED 都串接一个限流电阻，用以设置电流值并匹配白光 LED 之间的电流。采用具有高限流电阻值的恒压驱动器，可以获得良好的电流匹配，但其负面作用是影响效率。相反，较低的限流电阻值将提供较高的效率，但白光 LED 的电流（亮度）匹配效果较差。



白光 LED 需要的正向电压相对较高，最新的技术趋势是将白光 LED 的正向电压降低至 3V 以下。因单个锂离子电池的电压范围为 2.7～4.2V，其标称电压值为 3.6V，则如果白光 LED 的正向电压低于 3V，可采用锂离子电池直接驱动白光 LED 电路（无需升压），从而减少部件数量和成本。

与传统白光 LED 驱动器 IC 不同，目前的白光 LED 驱动器采用了主动匹配技术，且为了实现白光 LED 恒定的亮度，采用了内置的数字、模拟和 PWM 控制单元对白光 LED 亮度进行调节。飞兆半导体的最新的 FAN5608LED 驱动器整合了所有的亮度控制方式（数字、模拟、PWM），并支持特殊配置方案。它采用两个恒流源驱动两个白光 LED 串联支路，每个 LED 串联支路都具有独立的

亮度控制，每个白光 LED 串联支路上串联有 4 个白光 LED，从而可满足驱动 8 个白光 LED 的要求。

1.4.3　LED 混联方式

1. 电路连接

在需要使用比较多的 LED 产品中，如果将所有的 LED 串联，将需要 LED 驱动器输出较高的电压；如果将所有的 LED 并联，则需要 LED 驱动器输出较大的电流。将所有的 LED 串联或并联，不但限制着 LED 的使用量，而且并联 LED 负载电流较大，驱动器的成本也会增加。解决办法是采用混联方式。如图 1-29 所示，串、并联的 LED 数量平均分配，分配在一个 LED 串联支路上的电压相同，同一个串联支路中每个 LED 上的电流也基本相同，亮度一致，同时通过每个串联支路的电流也相近。

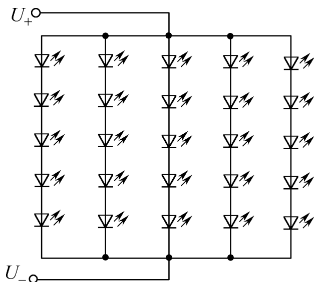


图 1-29　LED 混联方式连接

2. 电路分析

当某一串联支路上有一只 LED 品质不良而短路时，不管采用稳压式驱动方式还是恒流式驱动方式，该串联支路相当于少了一只 LED，通过该串联电路的电流将增大，很容易损坏该串联支路中的 LED。大电流通过损坏的这串

LED 后，由于通过的电流较大，多表现为断路。

断开一个 LED 串联支路后，如果采用稳压式驱动方式，驱动器的输出电流将减小，而不影响余下的所有 LED 正常工作。

如果采用恒流式 LED 驱动方式，由于驱动器的输出电流保持不变，分配在余下的 LED 中的电流将增大，容易损坏所有的 LED。解决办法是尽量多并联 LED，这样当断开某一只 LED 时，分配在余下的 LED 中的电流不大，不至于影响余下的 LED 正常工作。



先串联后并联的线路的优点是线路简单、亮度稳定、可靠性高，并且对器件的一致性要求较低，不需要特别挑选器件，即使个别 LED 单管失效，对整个发光组件的影响也较小。在工作环境因素变化较大的情况下，使用这种连接形式的发光组件效果较为理想。

先并后串混合连接构成的发光组件的问题主要在单组并联 LED 中，由于器件和使用条件的差别，单组中个别 LED 芯片可能丧失 PN 结特性，出现短路。个别器件短路会使未失效的 LED 失去工作电流 I_F，导致整组 LED 熄灭，总电流全部从短路器件中通过，而较长时间的短路电流又会使器件内部的键合金属丝或其他部分烧毁，出现开路。这时，未失效的 LED 重新获得电流，恢复正常发光，只是工作电流 I_F 较原来大一点。这就是这种连

接形式的发光组件出现先是一组中几只 LED 一起熄灭，一段时间后除其中一只 LED 不亮外，其他 LED 又恢复正常的原因。

应用技巧

混联方式还有另外一种接法，即是将 LED 平均分配后，分组并联，再将每组串联在一起。当有一只 LED 品质不良而短路时，不管是采用稳压式驱动方式还是恒流式驱动方式，并联在这一支路中的 LED 将全部不亮。如果采用恒流式 LED 驱动方式，由于驱动器输出电流保持不变，除了并联在短路 LED 上的这一并联支路外，其余的 LED 均正常工作。假设并联的 LED 数量较多，驱动器的驱动电流较大，通过这只短路 LED 的电流将增大。大电流通过这只短路的 LED 后，很容易就变成断路。由于并联的 LED 较多，断开一只 LED 后，平均分配电流变化不大，依然可以正常工作，那么整个 LED 灯中，仅有一只 LED 不亮。

1.4.4　LED 交叉阵列形式

交叉阵列形式电路如图 1-30 所示，每串以 3 只 LED 为一组，共同电流输入来源于 a、b、c、d、e，输出也同样分别连接至 a、b、c 、d、e，构成交叉连接阵列。这种交叉连接方式的目的是，即使个别 LED 开路或短路，也不会造成发光组件整体失效。

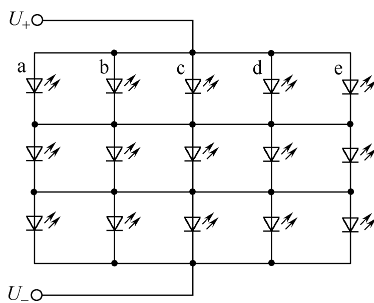


图 1-30　LED 交叉阵列形式连接

第 2 章

LED 灯饰工程应用与施工技术

2.1 LED 灯饰工程施工要求

2.1.1 LED 灯饰安装施工的一般要求

LED 灯饰安装与传统白炽灯、荧光灯等灯饰安装的技术要求基本一致。依据安全用电的有关法规，安装 LED 灯饰安装应符合以下要求：

1）安装前，注意核对灯饰的标称型号等参数是否符合要求；检查是否有灯饰产品合格证、安全认证标志；根据装箱单清点灯饰及安装配件，注意检查制造厂的有关技术文件是否齐全，检查灯饰外观是否正常，有无擦碰、变形、受潮、金属镀层剥落、锈蚀等现象。灯饰使用的导线，其电压等级不应低于交流 500V，其最小线芯截面应符合规定。

2）根据灯饰的安装场所及用途，引向每个灯饰的导线线芯最小截面应符合有关规程的要求。

3）当在砖石结构中安装电气照明装置时，应采用预埋吊钩、螺栓、螺钉、膨胀螺栓、尼龙塞或塑料塞固定；严禁使用木楔。当设计无规定时，上述固定件的承载能力应与电气照明装置的重量相匹配。

4）在危险性较大及特殊危险场所，当灯饰距地面高度小于 2.4m 时，应使用额定电压为 36V 及以下的照明灯饰或采取保护措施。灯饰不得直接安装在可燃物件上；当灯饰表面高温部位靠近可燃物时，应采取隔热、散热措施。

5）室外安装的灯饰，距地面的高度不宜小于 3m；当在墙上安装时，距地面的高度不应小于 2.5m。

6）在室外使用的灯饰的防水、防尘等级应符合要求。在有爆炸危险的场所必须选用防爆型灯饰，并应符合现场防爆要求。

7）LED 驱动器、控制器、中继放大器等不应安装在可燃建筑构件上。如必须在可燃材料上安装时，则应采取通风、散热等防火措施。

8）当灯饰与绝缘台之间的距离小于 5mm 时，灯泡与绝缘台之间应采取隔热措施。

9）采用钢管作灯饰的吊杆时，钢管内径不应小于 10mm；钢管壁厚度不应小于 1.5mm。

10）吊链灯饰的灯线不应受拉力，灯线应与吊链编叉在一起。

11）软线吊灯的软线两端应作保护扣，两端芯线应

搪锡。

12）同一室内或场所成排安装的灯饰，其中心线偏差不应大于5mm。

13）LED灯饰及其附件应配套使用，安装位置应便于检查和维修。

14）灯饰固定应牢固可靠。每个灯饰固定用的螺钉或螺栓不应少于2个；当绝缘台直径为75mm及以下时，可采用1个螺钉或螺栓固定。

15）公共场所用的应急照明灯和疏散指示灯，应有明显的标志。无专人管理的公共场所照明宜装设自动节能开关。

16）由架空线引入路灯的导线，在灯饰入口处应做防水弯。

17）落地安装的LED投光灯饰，应采取必要的保护措施。

18）嵌入顶棚内的装饰灯饰应固定在专设的框架上，导线不应贴近灯饰外壳，且在灯盒内应留有余量，灯饰的边框应紧贴在顶棚面上。矩形灯饰的边框宜与顶棚面的装饰直线平行，其偏差不应大于5mm。

19）安装在重要场所的大型灯饰，应按设计要求采取防止碎裂后向下溅落的措施。

20）LED驱动电源的安装位置宜隐蔽，且方便检修，但不宜装在吊顶内，并不宜被非检修人员触及。明装时，其高度不宜小于3m；当小于3m时，应采取防护措施；在

室外安装时，应采取防水措施。

21）安装 LED 水下灯饰、地埋灯饰时，尤其应逐一检查灯饰及其电线的绝缘电阻是否安全符合用电规范的要求。同时，防水、防腐蚀措施应达到该灯饰说明书中规定的要求。

22）LED 灯饰安装，必须严格按照工程施工图和资料文件的要求进行，做到测试和接线准确无误，连接紧密可靠。

2.1.2　施工的技术要求

1. 配线要求

1）在剖开导线的绝缘层时，不应损伤线芯。

2）铜芯导线的中间连接和分支连接应使用压接法或焊接。

3）采用压接法时多股铜芯线的线芯应先拧紧，连接管的接线端子压模的规格应与线芯截面相符。

4）电缆和绝缘导线的分支接头，宜不断开干线，采用导电性能、防护性能良好的接线端子或线夹的连接方法，以减少发热、提高可靠性。允许在电缆桥架上或线槽内，采用绝缘穿刺线夹作电缆或导线的分支连接。采用传统做法时，绝缘导线的中间和分支接头处，应用绝缘带包缠均匀、严密，并不低于原有的绝缘强度。在接线端子的端部与单线绝缘层的空隙处，应用绝缘带包缠严密。

5）施工中配线还应符合标准 DL/T 5161.16—2002《电气装置安装工程质量检验及评定规程　第16部分：1kV及以下配线工程施工质量检验》中的规定。

2. 配管要求

1）敷设于多尘和潮湿场所的电线管路、管口、管子连接处均应作密封处理。

2）暗配的电线管路应沿最近的路线敷设并减少弯曲。

3）塑料管在进入接线盒或配电箱时，应加以固定。

4）硬塑料管的相互连接处应用胶合剂，接口必须牢固、密封，插入深度应为管内径的1.1~1.8倍。

5）明配硬塑料管应排列整齐，固定点的距离应均匀，管卡与终端、转弯中点、电气器具或接线盒边缘的距离为150~500cm；中间的管卡最大距离：内径20cm以下的为1.0m，内径25~40cm的为1.5m，内径50cm以下的为2.0m。

6）配管施工还应符合标准 DL/T 5161.16—2002《电气装置安装工程质量检验及评定规程　第16部分：1kV及以下配线工程施工质量检验》中的规定。

3. 管内穿线

1）同类照明的几个分支回路，可以穿入同一根管子内，但管内导线数不应多于8根。几个单相分支回路的中性线，不可共用一根线。

2）导线在管内不得有接头和扭结，其接头应在线盒内连接。

3）管内穿线还应符合标准 DL/T 5161. 16—2002《电气装置安装工程质量检验及评定规程　第 16 部分：1kV 及以下配线工程施工质量检验》中的规定。



LED 灯饰工程的安装施工应由合格、且具备 LED 相应专业知识的专业电工进行，非专业人员不得从事 LED 灯饰及线路安装工作。参与工程施工的任何人员都必须遵守安全用电操作规程和有关施工的安全规定，高处作业时应采取必要的安全保护措施，以保证设备、线路、人员的安全。

2. 2　LED 户外地面灯具安装对策

LED 地面灯具主要包括：路灯、庭院灯、广场灯、投光灯、地埋灯、水底射灯、草坪灯等。

1. 施工地点的选择

施工前面，应首先对安装施工地点的气候及周围环境进行考察，确定施工方案实施的可行性。下面以太阳能路灯安装为例，介绍施工地点选择应遵循的一般原则，见表 2-1。

表 2-1　太阳能路灯施工地点选择原则

序号	选 择 原 则	图　　示
1	安装地点四周不能有遮挡物，确保太阳电池组件可正常采光	
2	安装地点必须排水顺畅	水洼
3	如果距安装地点10m 内存在河流、水坑等低洼积水点，则地基最低点必须高于积水点50年内最高水位	

（续）

序号	选 择 原 则	图　　示
4	安装地点地下不能铺设有电缆、光缆等公共设施，影响施工与安装	电缆等



拆装地点应在安装地点附近，以便于组装后的运输。此外，安装地点应铺有防雨布，防止因地面的凸起或细沙及污渍而造成磨损、划伤及玷污等。

2. 地面灯具的安装步骤

1）根据设计图以及施工现场的具体情况，进行各地面灯具基础的定位，直线段用经纬仪定位，开挖基础坑。

2）用混凝土进行基础浇注。浇注时预埋 PVC 管，以备穿电缆用，PE 管从基础底部水平穿入，然后向上弯曲，不要出现死弯，最后垂直从基础顶面穿出，管露出基础不宜超过 20mm。

3）路灯、庭院灯、广场灯基础浇注时应预埋地脚螺栓，基础顶面预埋一块钢板，钢板上打孔，浇注时将四根

螺栓穿入钢板，将其固定，捣固混凝土时注意保证螺栓的垂直度，不能使其歪斜，螺栓露出钢板的长度为在安装好灯柱后丝扣露出螺母 2～3 扣。灯杆地脚的做法如图 2-1 所示。

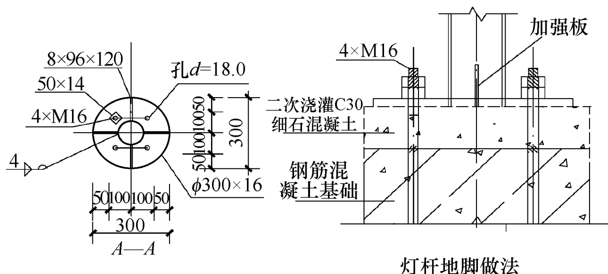


图 2-1　灯杆地脚的做法

4）地面投光灯、射灯等基础浇注时，要充分考虑到灯具维修的拆装，不能一次性把灯杆浇注于混凝土内。灯具底部的固定须用膨胀螺钉固定，同时应做好地面灯具的防水措施。

3. 地面灯具的一般安装方法及要求

1）庭院灯、广场灯灯柱的地脚螺栓由施工方根据图纸进行安装，所有地脚螺钉的水平和垂直位置严格地由钢板位置进行控制，定位钢板有上面和下面两块，每个地脚螺钉通过电焊与定位相连，焊接处是连续的和牢固的。

2）庭院灯、广场灯安装在混凝土基础上，照明系统施工方提供地脚螺栓时，严格控制水平和垂直位置，确保灯杆安装位置的垂直和平滑。暴露在混凝土基础顶部的地脚螺

栓及时涂油漆和缠绕黑粘性胶带，防止螺钉被损害和生锈。地脚螺栓先用硅酮油脂石墨润滑，后缠绕塑料胶带予以保护。在法兰盘与砼基础之间填入符合标准的橡胶沥青材料。

3）每根庭院灯、广场灯的灯杆均带有一块钢制基座法兰盘，法兰盘厚度≥16mm，通过地脚螺栓安装在基础上，如图 2-2 所示。一组高强度钢基础螺栓，一块地基板和木制间隔板。高强度螺栓、螺母、垫片所使用的钢材符合相应的标准。

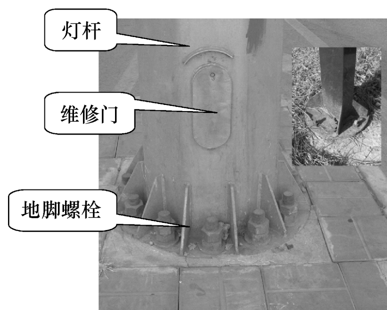


图 2-2　灯杆的地脚螺栓

4）所有庭院灯、广场灯需垂直安装，悬臂伸向交通流方向。灯柱上的维修门设置在正对来车的方向。单悬臂灯柱在单侧安装，双悬臂灯柱在双侧安装。

5）庭院灯、广场灯安装完毕后，每根灯杆均应在 50cm 高处安装铭牌。灯柱应设有被认可的永久性编号。

6）电缆穿线至每个地面灯具基础，地面灯具与敷设至

灯具的电缆相连接，根据各种灯具的大小和电气要求选择不同材料（例如膨胀螺钉等）固定灯具与基础之上或之内。

7）地面灯具的接线不得有电缆头或接线头裸露于地表，灯具接线必须做到完全防水。

8）地面灯具的安装必须充分考虑到灯具检修的方便性。埋地灯的安装应做到灯具外壳固定安装，内部电气元件可以自由拆装。

9）地面灯具的安装必须充分考虑到灯具外部、内部防水。地面灯具必须符合防水要求，同时做好灯具安装的防水。

10）地面灯具安装还需对灯具设置防锈保护措施。因安装中对部分灯具表面造成漆面损坏的，需进行防锈保护。

4. 地面灯具的调整及通电试验

（1）安装灯具及接线

安装前，先对灯具进行通电试验，保证安装的灯具完好，再运到现场进行安装。

按设计图纸和灯具安装说明书的要求进行接线，确保线路连接没有错误。

（2）灯具调整及通电试验

灯具安装完毕后，应对灯具进行调整，使所有灯具上下偏差符合设计要求；灯具的光面在一个水平面上。拧紧调节螺栓，固定灯具位置。最后做通电试验，并用钳形表检查各相导线的电流，确保负荷均匀。灯具做连续24h通电试验，确定灯具系统的稳定性。



地面灯具的安装注意事项如下：

1）灯具样品须送到现场或其他指定地点请监理工程师检视和评价，并经监理工程师书面同意方可进行灯具的相关试验与安装。

2）灯具型号、规格及制造材料应符合设计与技术规范要求，试验结果应符合国家最新标准。

3）灯具的各种技术资料与各种安装用附件应齐全（如合格证、产品说明书、灯具支撑系统和外部电缆终端配件等）。

4）灯具安装前应进行开启性能试验，密封性能检验。

5）灯具安装标高、平直度应在允许安装偏差内。

6）各回路照明灯具的导线线径应符合设计要求，接线盒至基础导线应穿可挠管保护，灯具处设橡胶防尘、防水出口；接线相序及编号必须与设计要求一致。

7）灯具开启性能、发光情况、同一回路控制满足设计要求，灯具安装时应注意保护灯具不受到损坏。

2.3　太阳能 LED 路灯的安装

2.3.1　灯具照明设计

灯具安装前，应对具体安装场所进行照明设计，以确

保照明效果符合 DB11/T 542—2008《太阳能光伏室外照明装置技术要求》中的照明指标。各类场所的照明指标见表 2-2，路灯高度与灯杆的关系见表 2-3。

表 2-2　各类场所的照明指标

场　　所	维持平均水平照度/lx	水平照度均匀度	眩 光 限 制
步行街、广场	4～5	0.2	—
居住区庭院	2～3	—	—
乡镇人行道路	1～2	—	—
乡镇街道、道路	3～4	0.1～0.2	宜采用半截光型灯具

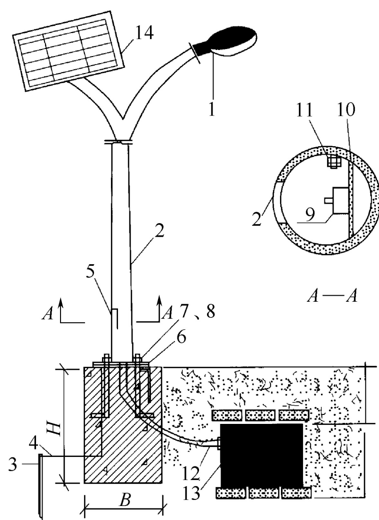
表 2-3　路灯高度与灯杆的关系

灯具排列方式	遮蔽型		半遮蔽型		无遮蔽型	
	装设高度 *H*	装设间隔 *S*	装设高度 *H*	装设间隔 *S*	装设高度 *H*	装设间隔 *S*
单侧排列	1.0*W* 以上	3*H* 以下	1.2*W* 以上	3.5*H* 以下	*W* 以上	4*H* 以下
交错排列	0.7*W* 以上	3*H* 以下	0.8*W* 以上	3.5*H* 以下	*W* 以上	4*H* 以下
相对排列	0.5*W* 以上	3*H* 以下	0.6*W* 以上	3.5*H* 以下	*W* 以上	4*H* 以下
中央分隔带排列	1.0*W* 以上	3*H* 以下	1.2*W* 以上	3.5*H* 以下	*W* 以上	4*H* 以下

注：*W* 为路宽。

照明设计包括：选择电光源（类型、功率）及其附件和灯具，确定灯具布置方式、安装高度、安装间距、悬挑长度和仰角等。

LED 太阳能路灯、庭院灯装置安装如图 2-3 所示。



注:

1.所有金属构件均应做防腐处理。

2.灯杆基础尺寸B、H由工程设计确定。

3.灯杆及所有金属构件均应可靠接地。

4.太阳能硅板应面向太阳，无遮阳物体遮挡，仰角及方位角应调整至最佳受光位置。

设备材料表

编号	名称	型号及规格	单位	数量	备注
1	灯具	由工程设计确定	个	1	
2	灯杆	由工程设计确定	个	1	
3	接地板	SC50/L=2500	套		由工程设计确定
4	接地线	40×4镀锌扁钢	米		由工程设计确定
5	接线盒	由灯具厂确定	个	1	
6	固定钢板	由灯具厂确定	块	1	
7	螺栓	M24×400	个	4	
8	螺母、垫圈	M24	个	4	
9	断路器	由工程设计确定	个	1	
10	固定钢板	由灯具厂确定	块	1	
11	接地端子	M8×40	个	1	
12	电源进线管	KV−1	米		金属可挠电气导管
13	电池	由工程设计确定	块		
14	太阳能电池板	工厂配套	块	1	

图2-3　LED太阳能路灯、庭院灯装置安装示意图

在路灯、庭院灯安装时，由于庭院灯灯具的光强分布差别很大，因而照明范围、平均照度等也就相差很大。庭院灯的安装高度和间距应根据具体灯具的光强分布曲线、光强表通过计算来确定，或根据灯具的等照度曲线采用图解法来确定。

友情提示

安装路灯时，应根据道路宽度、照明要求，宜选择单侧布置（灯）、双侧交错布置（灯）、双侧对称布置（灯）中的一种布置（灯）方式，如图2-4所示。灯具的悬挑长度不宜超过安装高度的1/4，灯具的仰角不宜超过15°。灯具的安装高度 H、间距 S、路宽 W 及布置方式之间的关系，可根据表2-4来确定。

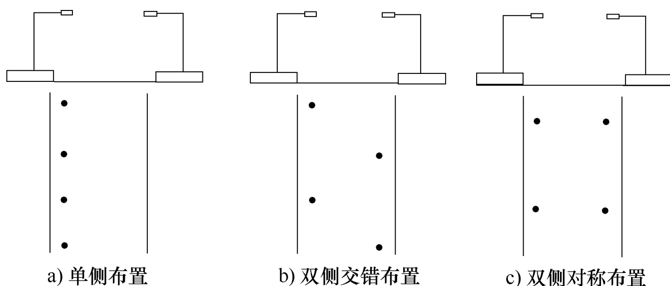


图2-4　道路照明灯具三种基本布置方式

表 2-4　安装高度、间距、路宽及布置方式之间的关系

灯具布置方式	安装高度 H	间距 S
单侧布置	(0.8～1) W	(4～5) H
双侧交错布置	(0.6～0.7) W	(4～5) H
双侧对称布置	(0.4～0.5) W	(4～5) H

应用技巧

装置基础应牢固、可靠，可采用钢筋混凝土预制或现制，应符合图 2-3 装置安装示意图的要求。一般要求应设置在土质坚硬的地方。若设置在河流、水渠、排水沟附近时，应加防水、排水措施。灯杆应与地面垂直，其偏差应小于 0.3%。蓄电池室应防盗，设置在地下时应设置通气管道。

2.3.2　准备工作

1. 组装地点选择

本着就地组装的原则，灯具组装地点应在安装地点附近，以便于组装后的运输，如图 2-5 所示。如果条件允许，直接在安装地点组装是最佳选择。

2. 安装人员及工具

专业安装人员 3～6 名（安装任务较重时可相应增加安装人员），每人配备一套安装工具，包括万用表一块、大活扳手（安装地脚螺母）和小活扳手（安装其他各处螺母）各一把，平口螺钉旋具、三角锁工装、十字螺钉



图 2-5　灯具组装地点选择示例

旋具和尖嘴钳各一把，绝缘胶布、防水胶带数卷，等等。此外必须有吊车 1 辆，升降车 1 辆。

3. 清点灯具组件

参照装箱清单一一核对各零部件，并检查有无磕碰、磨损、变形和划伤等损坏，不合格品禁止安装。

在放置灯杆组件及易磨损配件（例如太阳电池组件、灯头等）时，必须垫有柔软的垫物，以免在安装过程中造成划伤等不必要的损坏。

放置下灯杆组件时，其上端处需由一铁架支撑，便于上灯杆组件的安装。

2.3.3　组装灯杆组件

组装灯杆组件包括：上灯杆组件和下灯杆组件、灯臂

组件和太阳电池组件固定结构等。

1. 安装灯臂

用细铁丝将下灯杆上裸露的护套线线端绑紧并用黑胶布缠裹；细铁丝的另一端穿过灯臂组件；在灯臂组件的顶端慢慢抽拉细铁丝，使得细铁丝带动护套线穿过灯臂组件，同时灯臂组件逐渐靠近下灯杆，直至灯臂上的面板与下灯杆上的灯臂凸台对准、紧贴，然后采用合适的螺栓紧固灯臂组件在下灯杆上。

固定灯臂组件时，应避免灯臂组件挤压护套线，造成护套线线皮受损甚至切断。

2. 安装灯具

1）将打开的灯具靠近灯臂上端，裸露的护套线从灯具尾部穿进灯具内。

2）拉动护套线，同时将灯具插入灯臂上，两者的重合长度为 150mm。

3）将护套线接在灯具内部的接线端子上。接线时，注意正、负极接线应正确。

4）以灯臂为中心转动灯具，使得灯罩正朝地面，然后将灯具固定于灯臂上，如图 2-6 所示。

3. 组装上灯杆组件

1）依次将支架组件和角钢框紧固于上灯杆组件上，螺纹连接部位要紧固，使其受力均匀；在连接支架和角钢框的同时，采用细铁丝把护套线从灯杆中经过支架组件引到角钢框内。



图 2-6　安装 LED 光源

2）把太阳电池组件护板放置于角钢框中，然后将太阳电池组件放置于护板上。安放太阳电池组件时，接线盒均处于高处。若太阳电池组件横放时，接线盒则应向距灯杆组件近的方向靠拢。

3）根据路灯的系统电压和太阳电池组件的电压情况，将太阳电池组件线接好。

接线时将太阳电池组件接线盒用小号一字螺丝刀打开，把太阳电池组件电源线用小一字螺丝刀压接到接线盒的接线端子上，要求红线接正极，蓝线接负极。接线完毕，再将接线盒出线端的防水螺母紧固，并将接线盒内的接线端子处涂 7091 密封硅胶，涂胶量以使接线盒内进线孔处被完全密封为准，然后扣上接线盒盖。注意接线盒盖

应扣紧，不可扣反。

4）用万用表检测太阳电池组件连线（接控制器端）是否短路，同时检测太阳电池组件输出电压是否符合系统要求。在晴好天气下，其开路电压应大于 18V（系统电压为 12V）或 34V（系统电压为 24V）。在安装前和测试后，太阳电池组件电源线接控制器端的正极要用绝缘胶布将外露的线芯包好，绝缘胶布包两层。

5）太阳电池组件和电池组件支架用 M6 × 20 的螺栓，M6 的螺母、垫圈 6 紧固。安装时，应将螺栓由外向里安装，然后套上垫圈并用螺母紧固。紧固时，要求螺栓连接处连接牢固，无松动。

应用技巧

电池组件在安装过程中要轻拿轻放，避免工具等器具对其造成损坏。

若路灯的系统电压为 24V，太阳电池组件的电压为 17V 或 18V，则应将太阳电池组件进行串联。电池串联的方法是，第一块组件的正极（或负极）和第二块组件的负极（或正极）连接。若太阳电池组件的电压为 34V，则应将太阳电池组件进行并联。并联的方法是，第一块组件的正负极和第二块组件的正负极对应连接，如图 2-7 所示。

4. 上、下灯杆组件的连接

将上灯杆组件下端口中的护套线取出并捋顺，把缠在

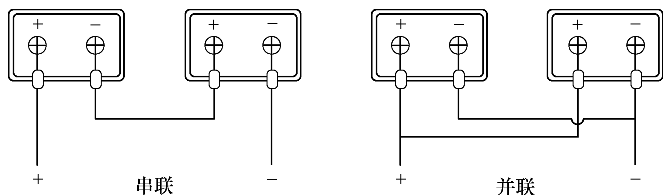


图 2-7　太阳电池的串联与并联示意图

下灯杆上的细铁丝松开并捋顺。上灯杆组件下端口出的护套线端固定于下灯杆上端口的细铁丝上。在下灯杆组件下端慢慢抽动细铁丝，同时起吊上灯杆组件至合适位置。当上灯杆组件下端距下灯杆组件上端约 100mm 时（此时穿于下灯杆组件中的护套线应处于轻轻受力状态），采用尼龙扎带扎紧下灯杆上端口的护套线，并再采用尼龙扎带将扎紧的护套线固定于下灯杆组件上端口处的挂钩上。然后，将上灯杆组件插入下灯杆组件中至合适位置，均匀紧固下灯杆组件上的螺栓，直至达到要求。断开细铁丝与护套线的连接。上、下灯杆组件的连接方法及步骤如图 2-8 所示。

灯杆组装完毕后，必须保证太阳电池组件固定框朝向安装地点的正南面。

2.3.4　竖灯

灯杆组件组装完毕后，接下来的工作是竖灯，其步骤及方法如下：

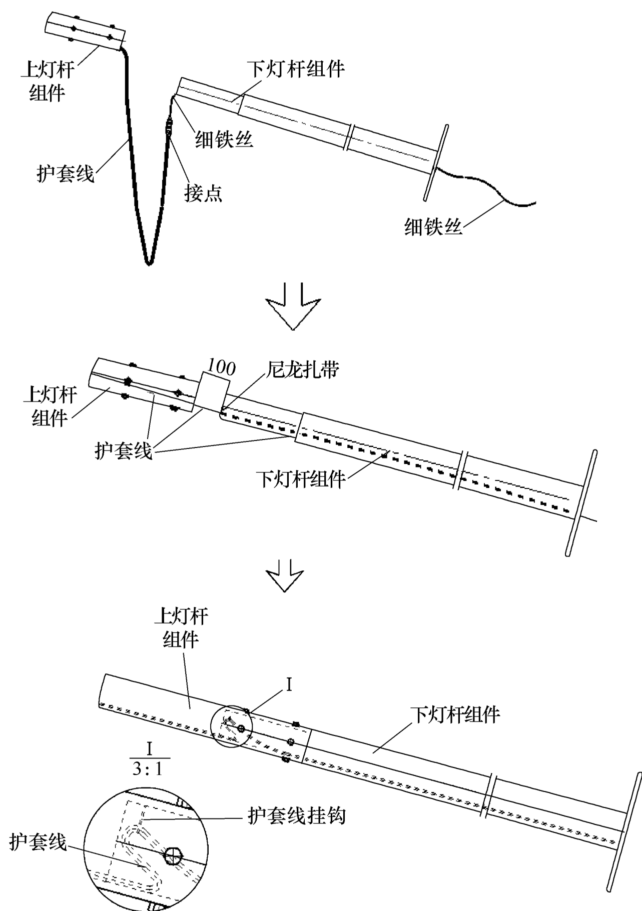


图 2-8　上、下灯杆组件的连接

1）将起吊绳穿在灯杆合适位置。

2）用吊车缓慢起吊灯具，注意避免吊车钢丝绳，以免划伤太阳电池组件。

3）在起吊过程中，当太阳能路灯完全离开地面或完全脱离承载物时，至少安排两位安装人员采用大扳手夹紧法兰盘，以免灯具在起吊过程中因底部摆动而造成灯具上端与吊车吊绳摩擦，损坏喷塑层乃至更多器件。

4）当灯具起吊到地基正上方时，缓慢下放灯具；同时旋转灯杆，调整灯头正对路面，法兰盘上长孔对准地脚螺栓。

5）法兰盘落在地基上后，依次套上平垫 30（或平垫 24）、弹垫 30（或弹垫 24）及 M30（或 M24）的螺母，用水平尺调节灯杆的垂直度。如果灯杆与地面不垂直，可在灯杆法兰盘下垫上垫片使其与地面垂直，最后用扳手把螺母均匀拧紧，拧紧前应涂抹螺纹锁固胶。

6）撤掉起吊绳。

7）检查太阳电池组件是否面对南面，否则进行调整。调整太阳能电池组件方向：采用必要装置将安装人员(1~2 名)送至适当高度，安装人员采用扳手逐一松动紧定上灯杆组件的螺栓，然后以指南针为依据，扭转上灯杆组件至合适位置，最后逐一紧定上灯杆组件紧定螺栓，并确保各螺栓受力均匀。

2.3.5　接线

1. 线路检查

摘掉舱门，捋顺灯杆内的护套线，并察看在安装过程中是否损坏护套线，如若损坏，则采取相应的补救措施，必要时重新穿线、安装灯具。

2. 安装控制器

接线时，应注意正、负极性，要求红线接正极，蓝线接负极。接线前，先将蓄电池电源线和组件电源线的绝缘胶布拆除并清理干净，用剥线钳将组件线、光源线、蓄电池线和控制器上各电源线均剥去 30mm ± 2mm 铜芯线绝缘层，用绝缘胶布将控制器上红色的光源线包两层，然后按以下顺序进行接线。

1）将蓄电池电源线和控制器上的蓄电池线拧接在一起，拧线时首先把两根线芯搭在一起，然后分别把线芯拧紧并用绝缘胶布和防水胶布包好，指示灯延时 10s 后亮表示输出正常，同时控制器左上角的四个 LED 可以显示当前蓄电池的剩余电量，每个 LED 代表 25% 的蓄电池电量。若控制器左上角的四个 LED 都不亮，则用万用表检查熔丝（俗称保险丝）是否损坏，检查时可用数字万用表的二极管档进行测试，将两表笔分别与熔丝两端相接，若蜂鸣器响，则熔丝没损坏；若蜂鸣器不响，同时万用表显示“1. ”，则熔丝损坏，此时应更换熔丝。若熔丝没损坏，则为控制器损坏。若控制器左上角的四个 LED 亮而绿色

指示灯不亮，则应检查蓄电池电压。若蓄电池电压高于12.3V而负载无输出电压，则为控制器损坏；若蓄电池电压低于12.3V，则是蓄电池电压偏低，致使控制器无法正常启动。

2）再将太阳电池组件电源线和控制器上的组件连接线线芯直接拧接在一起（控制器是双路太阳能输入的，应优先连接第一路），拧线时首先把两根线芯搭在一起，然后分别把线芯拧紧并用绝缘胶布和防水胶布包好，绝缘胶布和防水胶布各应包两层并用力缠紧。此时，控制器左上角的四个LED呈动态循环依次点亮，表示正在进行充电，10s后绿色指示灯灭，电充满后LED将停止循环闪烁并全部点亮。

3）将光源线的绝缘胶布拆除并清理干净后，把光源电源线和控制器上负载连接线的线芯直接拧接在一起（不带逆变器时），拧线时首先把两根线芯搭在一起，然后分别把线芯拧紧并用绝缘胶布和防水胶布包好，绝缘胶布和防水胶布各应包两层并用力缠紧。

接线完成，接下来的最后一道工序是安装舱门，采用三角锁紧固舱门。

2.3.6　现场检测

灯具安装完成后，经下列安全性能检测合格后，才能接通电源，投入试运行。

1）太阳电池组件、蓄电池、控制器、照明部件等应

安装、连接正确，且牢固可靠。

2）灯杆基础应牢固、可靠。

3）灯杆与地面垂直偏差应小于 0.3%。

4）测量接地电阻、绝缘电阻应符合要求。



LED 太阳能路灯安装注意事项如下：

1）安装电池组件时要轻拿轻放，严禁将组件短路或摔掷组件。

2）电源线与接线盒处、灯杆和组件的穿线处用硅胶密封，电池组件连接线需在支架处固定牢固，以防电源线因长期下垂或拉拽而导致接线端松动乃至脱落。

3）安装灯头和光源时要轻拿轻放，确保透光罩清洁、无划痕，严禁翻滚和摔掷。

4）搬动蓄电池时不要碰触电池端子和控制阀，严禁将蓄电池短路或翻滚、摔掷。

5）接线时注意正负极，严禁接反，接线端子压接牢固，无松动，同时应注意连接顺序，严禁使线路短路。

6）不要同时触摸太阳电池组件和蓄电池的“+”、“-”极，以防触电危险。

7）逆变器输出的是高压电源，千万不能触摸。

8）在安装过程中应避免将灯体划伤。

9）灯头、灯臂、上灯杆组件、太阳电池组件等各螺栓连接处应连接牢固，不能有松动现象。

10）安装太阳电池组件时必须加护板。

11）灯杆镀锌孔处用专用堵或硅胶密封，应注意美观。

12）导线连接时，包缠防水胶布的长度应足够，尽可能包缠长一点。



LED 太阳能路灯的维护

在正常使用情况下，LED 太阳能路灯一般不会出现什么故障，路灯维护的主要内容是根据太阳能路灯的安装环境，定期对太阳电池板进行清扫除尘。

一般农村路面：5～6 个月清扫一次为宜。

城镇街道路面：3～4 个月清扫一次为宜。

怎样知道是否应该清扫太阳电池板？当路面经常有运渣土的大型车辆通过，路面经常有灰土，空气经常有灰尘飞扬的环境里，应该由太阳能路灯维护人员定期对太阳电池板进行观察。当观察到太阳电池板表面积尘达到灰色，看不清电池板原来的蓝色结晶状板面时，就应该及时对太阳电池板进行清扫除尘，以免太阳能电池板吸收光线不足，造成蓄电池充电不足，从而影响蓄电池的使用寿命。

除尘方法：用安全的人字梯进行除尘操作，不可直接攀爬路灯灯杆。可用干净的棉质干拖把先扫去灰尘，再用湿的干净棉拖把拖干净。

2. 4　LED 灯柱的安装

2. 4. 1　LED 灯柱简介

1. LED 灯柱的主要性能

LED 灯柱是以红、绿、蓝三种颜色 LED 作为发光源，4 排 LED 光束透过乳白色 PMMA 透明圆管，投射到数码灯柱内表面，经过多次反射和折射，从而形成混色光透出外壁，达到装饰照明效果。

LED 灯柱外观宏伟气派，灯柱内接有数码电路，外由控制器进行相应控制，通过调制控制器内的模式，可实现多种颜色及状态按照一定规律变换，如色彩追逐、灰度变化、过渡渐变、七色变化等，从而产生柔和、统一、多彩的 360°立体光感效果。

LED 灯柱可单根或多根灯柱联用，在控制台的控制下，可按照设计者的意愿编制出各种节目。近年来，在许多城市的广场、车站、码头、公园、十字路口、体育馆入口通道、街区、机场等和各种高档娱乐场所等地方，都有 LED 灯柱的踪影，不仅如此，室内型 LED 灯柱也开始流行起来，如图 2-9 所示。

2. LED 灯柱的结构

LED 灯柱采用 LED 数码灯管为光源，一般为圆柱形，其主要结构包括固定钢支架、LED 数码管、PE 塑料灯罩

（聚乙烯）、灯杆、接线柱等五部分，如图 2-10 所示。

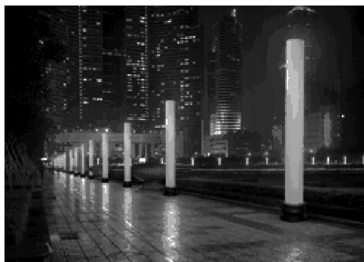


图 2-9　LED 灯柱

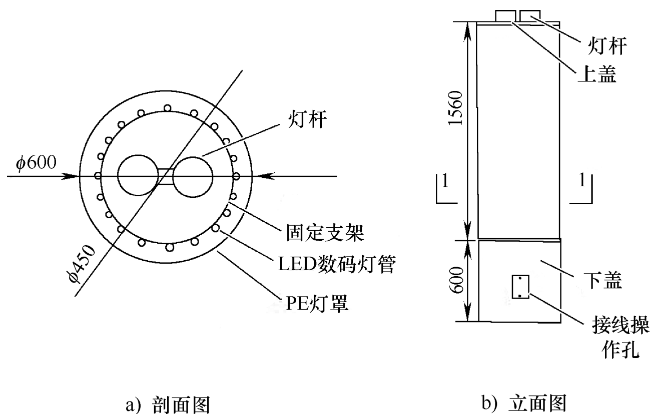


图 2-10　LED 灯柱的结构

LED 灯柱的型号很多，一般采用 PE 塑胶材料制作，乳白色，直径和高度可根据客户要求定做，光柱管架为钢

质材料，底座为不锈钢。

2.4.2　LED 灯柱的安装

LED 灯柱一般安装在繁华的商业街、步行街、广场、庭院和城市绿化区，灯柱的用电安全是首先要解决的问题。LED 灯柱应采用专线供电，电缆敷设，电源从路灯下侧接线口处接入。在灯柱的用电总回路上，应安装雨控、时控和漏电保护装置，以保证特殊情况下的安全问题。

通过变压器将 220V 交流电压转换为灯管所需的 24V 直流工作电压，灯柱的接线、变压器等放置在灯柱下端的不锈钢壳内。变压器与外接交流 220V 电源的接线处理是安装时的关键。

1）将柱灯直立于地面（室内）或固定于自备的基础上，并拧好螺钉。

2）单个柱灯安装时，只需将控制器的信号输出端与柱灯的信号端子连接，电源线直接接入电源即可。

应用技巧

如果是多个柱灯安装，则按图 2-11 所示方法连接，电源线并联，信号线串联。一个控制器最多可以接 150 个柱灯，但每 4 个柱灯需加一个信号放大器。外置的控制器 SDL-109C 可由 DMX 控制台控制，每 10 个柱灯须重接电源。

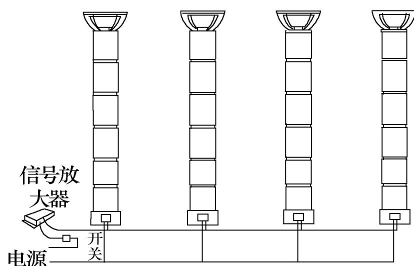


图 2-11　LED 灯柱安装示意图

2.5　LED 护栏管的安装

2.5.1　LED 护栏管简介

1. LED 护栏管的主要性能

LED 护栏管又名 LED 数码管或 LED 护栏灯，因其常装在护栏上用于亮化环境而得名。

LED 护栏管的基本结构是在一根塑料 PC 管内装上电路板，并且在电路板上安装上 LED 发光管。七彩 LED 护栏管内一定的排列顺序装有红（R）、绿（G）、蓝（B）三种颜色的 LED 发光管，通过控制器可以实现多种颜色变化。

2. LED 护栏管分类

（1）按照外形分类：圆形（O 型）和半圆形（D

型）两种（注：还有 U 形、方形、三角形等，不过不常用）。

（2）按照颜色分类：单色护栏管和七彩护栏管；其中，七彩的 LED 护栏管根据控制方式又分为内部控制（简称内控）和外部控制（简称外控）两种。内控无需外接控制器可自行变色，而外控则要配置外控控制器方可实现颜色变化，目前市面上的应用还是以外控居多。

1）内控型灯具内置处理器，内置降压、恒流和恒压电源。效果可选择：单段 RGB 七彩、假三段、假六段、真六段、真八段、真 12 段。（每段相当于一个像素点，如六段 72 珠，每个像素就是 72 ÷ 6 = 12 粒灯珠）。

2）外控型灯具外置微电脑处理控制器，控制 30 ~ 40m 以上需要加接分控器。外接开关电源或 AC12V/24V 变压器。效果可选择单段 RGB 七彩、六段、八段、12 段、16 段、32 段。

（3）按照 PCB 线路板分类：普通纸板、阻燃板、半纤维板、全纤维板。基板厚度一般为 0.8 ~ 1.6mm。

（4）按照外罩分类：无纹全透明、带纹（粗纹/细纹）透明、半透明、奶白、彩色管等。

（5）按照 LED 灯珠数量分类：有 72 粒、90 粒、96 粒、108 粒、120 粒和 144 粒之分，其中红绿蓝各占 1/3，单色管除外。

友情提示

内控管的控制程序在生产时已经写入管内的 IC 芯片上，如果需要控制每根管变化顺序，可在 IC 上写编号，安装时根据编号进行安装。内控护栏管适用于做轮廓装饰，并且变化效果以后不能修改。外控管通过网线将每根护栏管和控制器连接在一起，并且控制程序存贮在控制器的内存卡上，更换内存卡的程序则可实现更换控制效果。

2.5.2 LED 护栏管安装

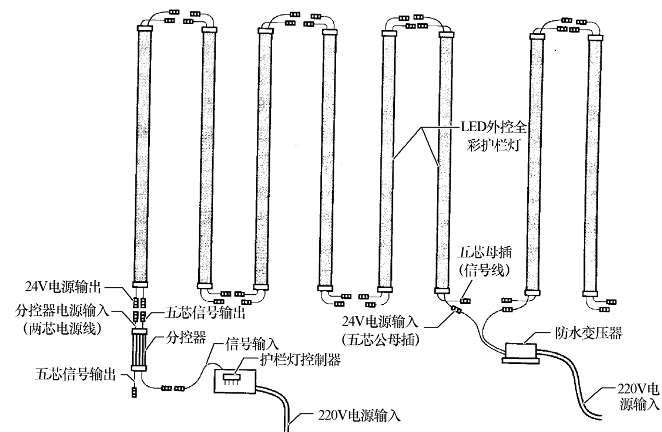
1. 材料准备

（1）主要材料有 LED 护栏管、护栏管安装卡子、防水变压器、LED 护栏管主控器、LED 护栏管分控器。

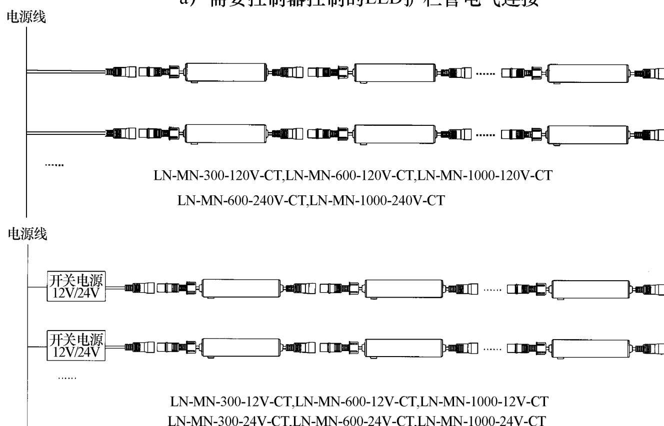
（2）辅助材料有公母插头、超五类网线、两芯电源线、自攻螺钉、膨胀螺钉等。

2. 安装步骤及方法

LED 护栏管的安装按照图 2-12 所示方法进行电气连接，利用四芯或五芯的公母插头的信号线，两芯的公母插头的电源线将护栏管一个一个连接起来，如图 2-13 所示（注意：内控编号护栏管的安装必须按管的顺序一个一个安装；否则，会出现整体不同步现象），每 32 个护栏管要用一个中继电源。四芯或五芯转换电线用来传输信号，也可以用来切断电源，以避免两个供电电源发生冲突。

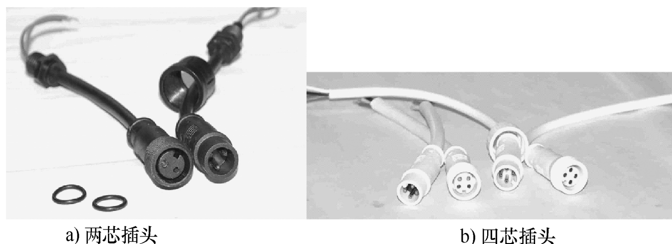


a）需要控制器控制的LED护栏管电气连接



b) 不需要控制器控制的LED护栏管电气连接

图 2-12　LED 护栏管电气连接图



a) 两芯插头　　b) 四芯插头

图 2-13　护栏管专用防水插头

目前，LED 护栏管应用最广泛的控制方式是采用“串行通信”（以 DXM512 协议为主）。其优点是每支护栏管无特定的“编码”，每支之间可任意调换，便于生产及工程安装。但其最大的缺点是一旦有一支损坏，就会直接影响其后面的所有护栏管，就像在单车道公路上行驶的汽车，一旦有一辆车“抛锚”，就会造成其后面的所有汽车不能正常运行。对于几百甚至几千米的护栏管工程，因外界因素及产品本身质量等因素的影响，很难保证每一支护栏管都不出现问题，因此很容易造成“交通阻塞瘫痪”的现象。内控编号的 LED 护栏管，每一支护栏管有其特定的“编码”，可以独立（但同步）进行控制变化，每支之间互不影响，就像在多车道公路上行驶的汽车，任何一辆车“抛锚”都不会影响其他车辆的正常运行。这种控制方式对生产加工及工程安装的要求相对较高。

LED 护栏管安装一般可按照以下 6 个步骤进行，见表 2-5。

表 2-5　LED 护栏管的安装步骤

序号	步骤	操 作 要 点	说　　明
1	安装灯体	在墙体上打孔，装膨胀螺钉，再装 LED 护栏管，用自攻螺钉锁住；护栏管之间的距离根据客户的要求而定，一般为 1～3cm 之间	
2	连接信号线	将 LED 护栏管的信号线、电源线对接起来。信号线一般用四芯或五芯的公母插头；电源线用两芯的公母插头	
3	安装电源	根据变压器（或开关电源）的功率以及护栏管的功率来计算每台变压器可以带多少条护栏管。例如：108 灯的 LED 七彩护栏管是 10W/m；144 灯的 LED 护栏管是 12W/m；若用 400W 的防水变压器，则可以带 108 灯 36m 管；144 灯的则带 32m 管。若变压器可以带 36m 管，变压器则放在第 18 和 19 条中间，接两条线出来，每边各带 18 条护栏管	变压器一般只用到 80%～90% 的功率。即使变压器的功率再大，每边接的管最好不要超过 25m。因为电源导线有功率损耗，越到后面的 LED 护栏管亮度越低

（续）

序号	步骤	操作要点	说明
4	安装控制器	先装分控器，直接将分控器接在LED护栏管上；信号线接信号线（五芯公母插），电源线接电源线（两芯公母插）；然后将分控器与主控器的信号线对接 如果分控器与主控器的距离较远时，可以用超五类网线连接起来，这样信号比较好；每个分控器只能带固定数量的LED数码管，一般可以带到100m；做楼体轮廓时，每一个分控器带一路；具体的情况根据LED效果图安装（生产厂家会帮您算好要多少分控器，每个分控器带哪一路，一般会有安装图纸）。分控器与主控器之间也采用超五线网线连接；网线都是八条线的，采用公母信号插与网线对接起来，再接到分控器上；不同回路的数码管之间的信号线需要断开	
5	通电，通信号	将变压器全部接到一条220V主电源上，然后采用一个断路器和时间开关；控制LED数码管（LED护栏管）统一通电；然后将主控器上的插头插在220V的电源上	

（续）

序号	步骤	操作要点	说明
6	系统调试	控制器和 LED 数码管（LED 护栏管）通电后；可能会有部分管的程序不动，或个别管不能正常运作；将不良的 LED 护栏管取下，换上后备管，直到正常运作	若 LED 数码管不能正常走程序，确认此管是否信号线有问题，把不能运作的管换下，若恢复正常，就确认是此管问题；若不行，可换个分控器试一试，若无法解决安装中出现的问题，请与厂家联系



LED 护栏管安装的注意事项如下：

1）LED 护栏管安装一定要整齐、美观、牢固，如图 2-14所示。

2）在墙面安装采用螺栓固定时，应作好对屋面防水和墙体保护工作。如因固定支架确需在外墙打洞，施工单位应对该刨口做好防水处理。

3）两条护栏管之间的插头线均按照一公一母连接，



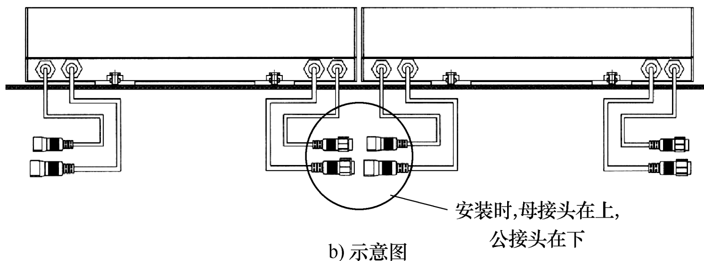
图 2-14　LED 护栏管安装示例

每个接头均要装入柔性硅胶防水圈后插入，再拧紧螺母，防止松动进水。实际施工经验表明，接头连接完成后将母接头在上，公接头在下，可较好地避免雨水倒灌，满足防水要求，如图 2-15 所示。

4）安装时应认真核对护栏管的型号。单色护栏管、内控护栏管的安装比较方便，一个一个依次连接，直接按其额定电压接电即可；内控编号护栏管的安装必须按厂家



a) 实物图



b) 示意图

图 2-15　LED 护栏管接头连接处理方法

的编号顺序一个一个地安装连接。

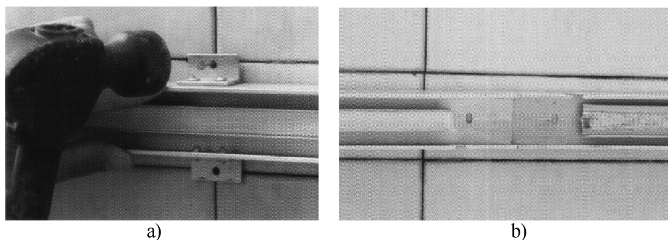
5）内控和内控编号护栏管必须同时通电，才能保证变化效果同步。低压的护栏管必须接变压器或开关电源作为中继电源，中继电源装在护栏管的中间，这样发光效果才会更统一。

2.6　LED 轮廓灯的安装

2.6.1　LED 轮廓灯在同一平面上的安装

在同一平面上安装 LED 轮廓灯的步骤如下：

1）在需要安装轮廓灯的地方，先用钉子把轨道固定起来，如图 2-16a 所示。每一段轮廓灯排成一线，并在左边预留 3mm 的空隙，以备热膨胀之用，如图 2-16b 所示。



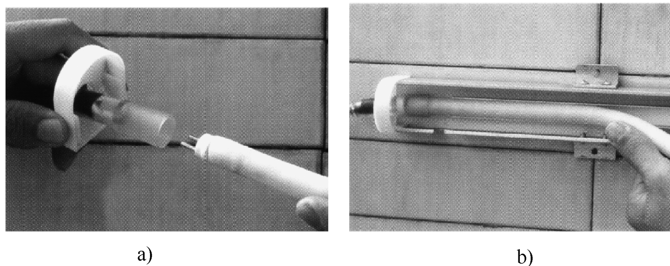
a)　　b)

图 2-16　LED 轮廓灯安装图一

2）把连接针插入 LED 灯管，并把灯体通过一个尾套。然后，把电源连接器连接灯体上，最后打上适量的密封胶水，如图 2-17a 所示。把 LED 灯管嵌入轨道中心，如图 2-17b 所示。

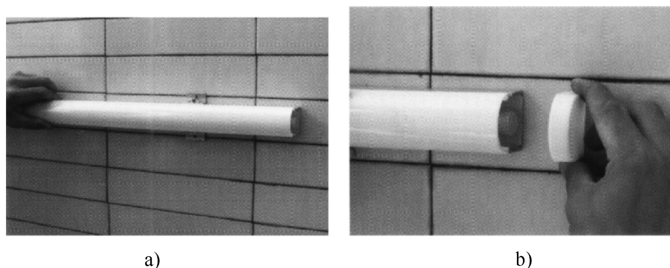
3）将灯罩插入轨道上，如图 2-18a 所示；连接尾套，

并封上适量的密封胶水，如图 2-18b 所示。



a)　　　　b)

图 2-17　LED 轮廓灯安装图二



a)　　　　b)

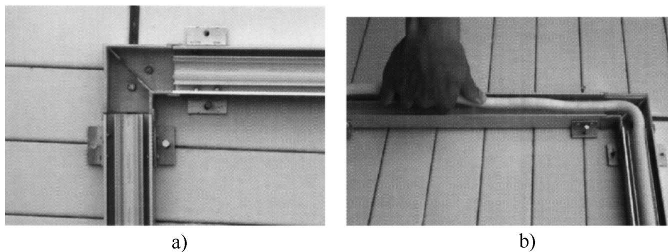
图 2-18　LED 轮廓灯安装图三

2.6.2　LED 轮廓灯在拐角处的安装

在墙壁同一平面上拐角、或者在两个相邻墙壁上拐角、或者在室内屋角处拐角，都需要安装 L 形连接器。下面以在墙壁同一平面上拐角为例，介绍 L 形连接器的安装

方法及技巧。

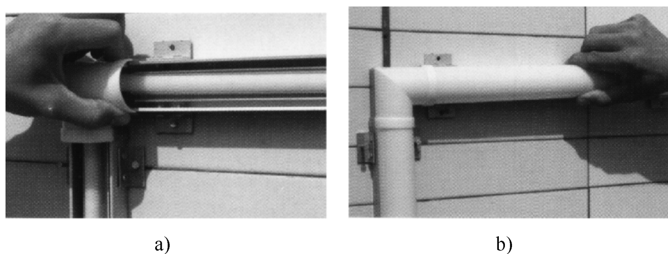
1）把轨道和L形接头安装在墙上，如图2-19a所示；把灯管嵌入轨道的中心，如图2-19b所示。



a)　　b)

图2-19　LED轮廓灯安装图四

2）把L形接头盖在轨道的拐角上，如图2-20a所示；把灯罩插入轨道的上方，与拐角接头相连，如图2-20b所示。



a)　　b)

图2-20　LED轮廓灯安装图五

3）连接尾套，封上胶水，如图 2-21 所示。

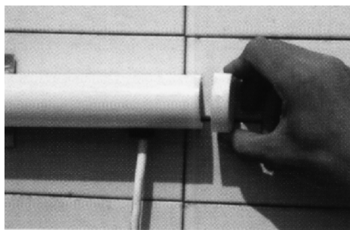
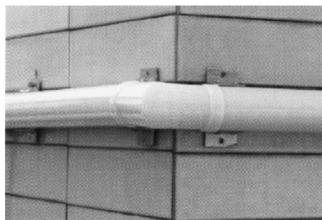


图 2-21　LED 轮廓灯安装图六

4）L 形连接器用于立体的拐角连接如图 2-22a 所示，用于室内拐角的连接如图2-22b所示，其详细的安装方法这里就不再介绍，大家可参考上面介绍的在墙壁同一平面上拐角的安装方法。



a)



b)

图 2-22　LED 轮廓灯安装图七

2.7 LED 地埋灯的安装

2.7.1 基础工程施工

安装地埋灯要与土建工程配合进行，例如挖沟、预埋线管等工作。注意检查挖沟的深度和宽度是否满足设计要求，其施工安装接线示意如图 2-23 所示。

电缆敷设的前后，都要对电缆进行绝缘测试。用 500V 绝缘电阻表（俗称兆欧表）测试，任一芯线对地绝缘电阻，换算到环境 +20℃ 时，每千米不得小于 3000MΩ。

将电源进出线从预埋件（也称预埋套筒）底部的孔中穿出，再将预埋件放入地面预留孔内固定，外部夯实或在其周围浇筑混凝土，使其固定。

2.7.2 灯体安装及电气连接

1）采用交流电供电的地埋灯，应将交流电源的相线与地埋灯引出线的红色（或棕色）线相连接，零线与地埋灯引出线的蓝线相连接，将保护线与地埋灯引出线的黄/绿线相连接（如果有黄/绿线时）。电路原理如图 2-24 所示。

2）采用直流电供电的地埋灯，接线时，依次将电源的正负极与地埋灯引出线的正负极连接即可。电路原理如图 2-25 所示。

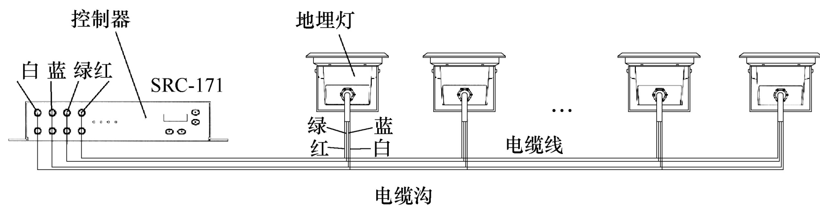


图 2-23　挖沟、预埋线管示意图

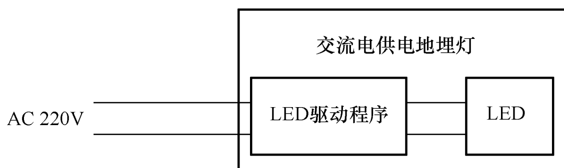


图 2-24　交流电供电地埋灯电路原理

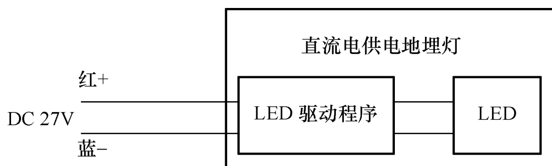


图 2-25　直流电供电地埋灯电路原理

3）在安装 DMX 全彩型 LED 地埋灯时，每隔 60 个灯之后，需要在第 60 个和第 61 个灯之间加接一个信号放大器，其接线原理图如图 2-26 所示。

4）连接牢固后，做好接头处的绝缘、防水处理。如在雨量较大的区域，应采用防水接线盒进行连接。

5）连接完毕，检查无误后，将地埋灯灯体装入套筒内用螺钉固定，再依次将密封圈、钢化玻璃和压板装上，用螺钉拧紧。待全部安装完毕后，接通电源，灯具即可工作。

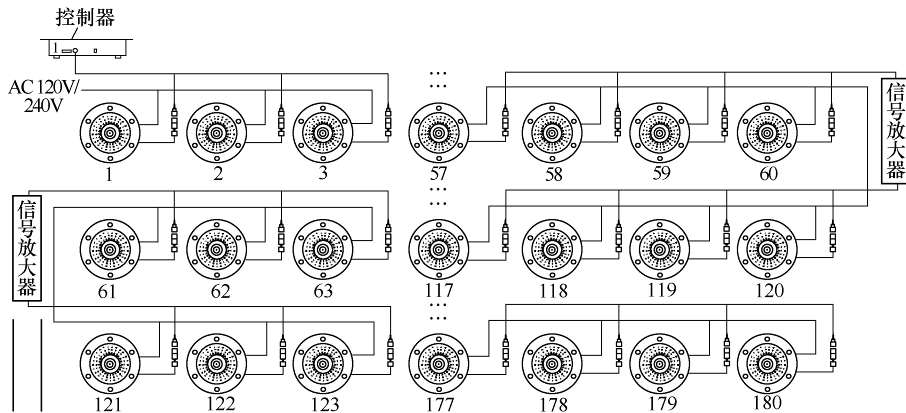


图 2-26 DMX 全彩型 LED 地埋灯接线原理图

2.8 LED 水底灯的安装

LED 水底灯有外控和内控两种控制方式，内控无需外接控制器，可以内置多种变化模式；而外控则要配置外控控制器方可实现颜色变化，目前市面上的应用也是以内控居多。

LED 水底灯工程施工，最关键、也最重要的是密封及防水处理。

LED 水底灯的安装与电气连接

先将灯具固定牢固，再将灯具引出线接在相应电压等级的电源线连接。连接完毕后，将电源接头做密封绝缘处理。连接完毕检查无误后，接通电源，灯具即可工作。LED 水底灯工作原理如图 2-27 所示。

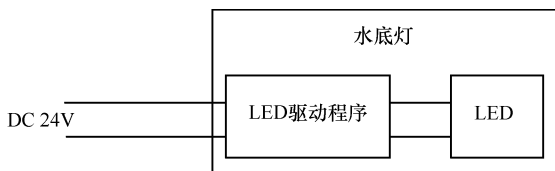


图 2-27 LED 水底灯工作原理图

1）360 灯水底灯带一分一配电箱接线原理，如图2-28所示。

2）360 灯水底灯带一分四配电箱接线原理，如图 2-29所示。

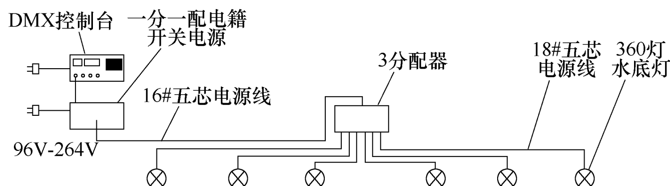


图 2-28　360 灯水底灯带一分一配电箱接线原理图

3）18 灯大功率 LED 水底灯一个控制器带 170PCS 接线原理图，如图 2-30 所示。

应用技巧

水底灯安装应注意的几个问题

（1）**供电方式的选择**：因为在恒流电源控制下，LED 水底灯的顺向压降会随着 LED 芯片温度的升高而变小，这样的情况对于 LED 水底灯并没有太大的影响。但如果是恒压驱动，则会造成 LED 水底灯的芯片随着温度升高而电流不断加大的情况，严重的时候甚至可能烧毁 LED 水底灯。所以 LED 水底灯应采用直流恒流电源供电。

（2）**静电防护**：LED 水底灯产品在加工生产安装的过程中要采用一定的防静电措施，例如：工作台要接地，工人要穿防静电服装，带防静电环，以及带防静电手套等，有条件的可以安装防静电离子风机，同时也要保证安装时空气湿度在 65% 左右，以免空气过于干燥产生静电。另外，不同质量档次的 LED，其抗静电能力也不一样，质

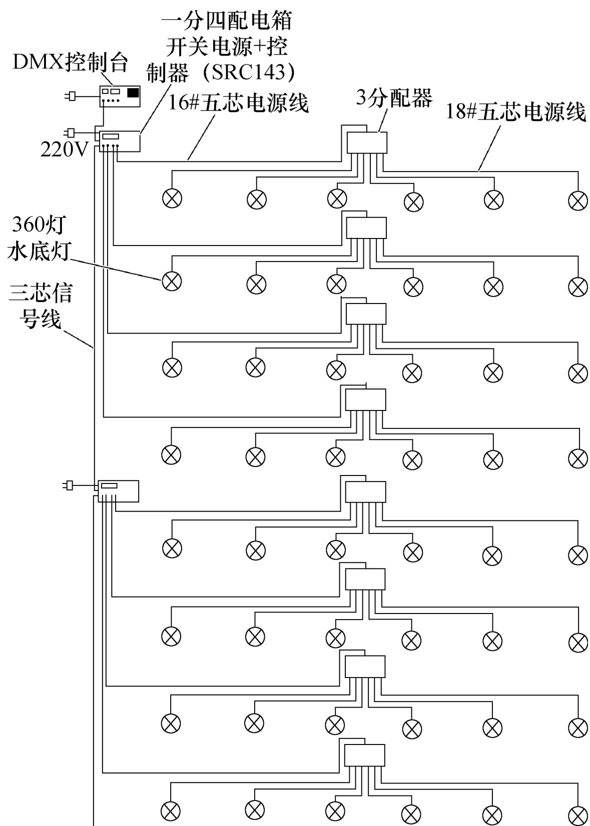


图 2-29　360 灯水底灯带一分四配电箱接线原理图

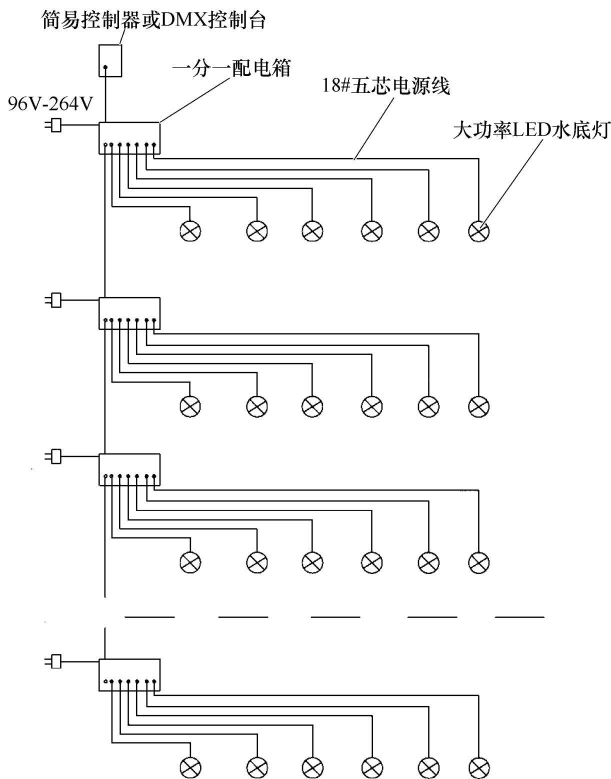


图 2-30　一个控制器带 170PCS 大功率 LED 水底灯接线原理图

量档次高的 LED 水底灯，其抗静电能力要强一些。

(3) **密封处理**：不管是什么样的 LED 灯具产品，只要应用于室外都面临着防水、防潮的密封问题，对 LED 水底灯来说情况更是如此。密封问题处理不好，会直接影响 LED 水底灯产品的使用寿命。密封的关键是接头部位处理，如图 2-31 所示。

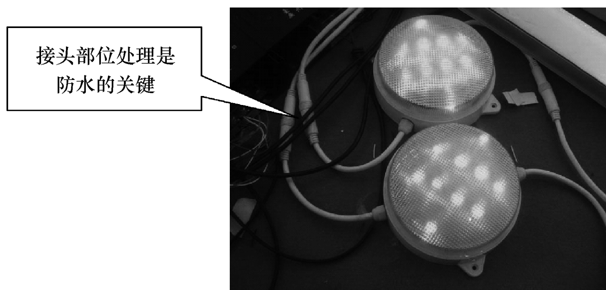


图 2-31　接头部位处理示例

(4) **安装方式的选择**：LED 水底灯在安装方式上可分为地埋式、壁挂式、立式安装三种。具体采用什么安装方式，应根据设计要求来决定。

2.9　LED 游泳池灯的安装

2.9.1　安装预埋盒

游泳池灯预埋盒必须安装在游泳池里距水面 100mm

的墙壁上，如图 2-32 所示。在安装时应注意以下几个细节。

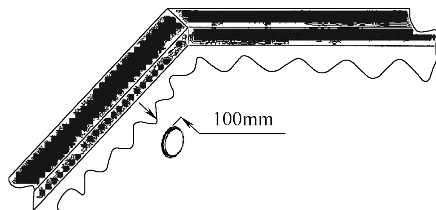


图 2-32　预埋盒安装

1）把灯的电线的导管装在游泳池里距水面 100mm 处。

2）如果是混凝土池壁，把壁环装入池壁并涂灰，或做成大理石光泽。

3）如果是纤维玻璃池壁，从游泳池里距水面 100mm 的池壁钻一个 28mm 的洞，使用硅树脂填在平板后面的位置，用密封套把洞封平；再用 1/8" 的钻头，将平板作为导片钻四个孔，用自攻螺钉圈紧；把池壁支架用螺钉旋紧，再把螺钉头封好。

4）如果是乙烯片池壁，从游泳池里距水面 100mm 的池壁钻一个 32mm 的洞，先把密封片和池壁支架安装洞标上记号，然后钻好孔，方便拧螺钉；装好套筒之后，把套筒在 32mm 孔处切口，再安上压盖片和池壁支架。

2.9.2 配电箱的设置

在室内游泳池场馆，至少要配置两个配电箱，一个配电箱用于正常照明，一个配电箱用于游泳池灯的光控制设备。这样，就不至于因为游泳池灯线路出现故障而影响正常照明，也不会因为照明线路的故障而影响游泳池灯的正常使用。

在游泳池灯的配电线路中，每一个控制点都必须有手动、自动切换功能。每一控制点控制的灯数一般为一控三灯。

游泳池灯的亮灯场景和时序可由程序来控制。

选择至少从游泳池边距离 120cm 地方安装开关电源盒，如图 2-33 所示。在安装开关电源盒时，一定要做好电源盒周围的防水处理。

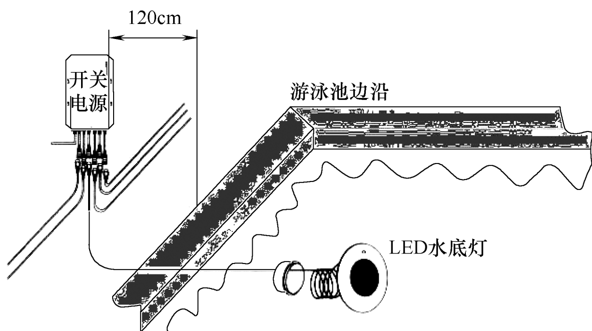


图 2-33　开关电源盒安装

2.9.3　灯具的安装

某游泳池灯安装施工图如图 2-34 所示。

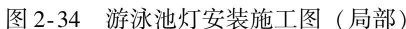


图 2-34　游泳池灯安装施工图（局部）

1）把灯壳穿线密封孔对中埋线管口，用夹板定好所留凹口空隙以固定灯壳，使灯壳端面与池壁相切。

2）将游泳池灯电源线（大约 2m）盘绕在游泳池灯体上，余下的电源线穿过预埋盒，套上套管后与开关电源的大组啤插头相连接。

把足够长的电缆绕在灯背后，以便维修时能把灯提出

水面；灯必须安装在不低于游泳池里距水面100mm的墙壁上，以便让维修时能把灯提出水面。

3）将游泳池上的不锈钢钩钩住预埋盒下方的塑胶件，再将不锈钢螺钉从游泳灯体表面伸入，旋入预埋盒上方的金属支架；最后盘好线，用螺钉固定灯胆、灯罩，如图2-35所示。

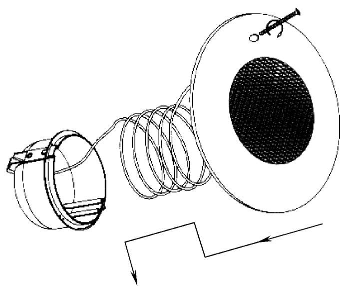


图2-35　灯具安装示意图

友情提示

游泳池灯配线安装要求如下：

1）电线线芯截面必须满足载流要求。

2）所有电线必须穿管敷设。

3）所有电线接头部分必须做好防水处理。

4）必须保证每盏灯分别进机房或进管廊与变压器连接，不可中间断线。

2.10　LED 投光灯的安装

2.10.1　LED 投光灯控制方式的选择

LED 投光灯的安装及使用相对比较灵活，既可以单个灯安装使用，也可以多灯组合起来集中安装在某一个地方使用（例如构成高杆照明装置），还可以分散安装多灯组合使用。

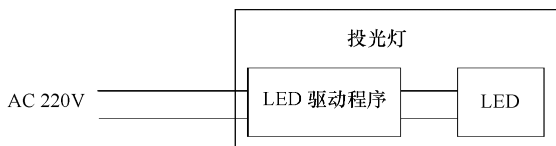
根据工程设计需要，室外型 LED 投光灯有的采用座式安装，也有的采用悬挂式安装。

LED 大功率投光灯可用遥控或 DMX 控制、按钮控制，通过使用 DMX 通道可达到色彩追逐效果，且场景也可由灯光设计师进行调控。如果不愿使用 DMX 控制器，可使用内控编程控制器，这样在安装使用时更方便。

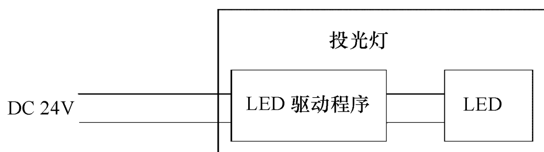
2.10.2　LED 投光灯供电方式的选择

LED 投光灯的供电方式有交流高压供电型和直流低压供电型两种。安装前，一定要分辨清楚其供电电压。

采用 220V 供电投光灯的电路原理如图 2-36a 所示，用 DC 24V 供电时采用 DC 恒流驱动电源，其电路原理如图 2-36b 所示。



a）220V 供电投光灯的电路原理



b）用DC 24V 供电投光灯电路原理

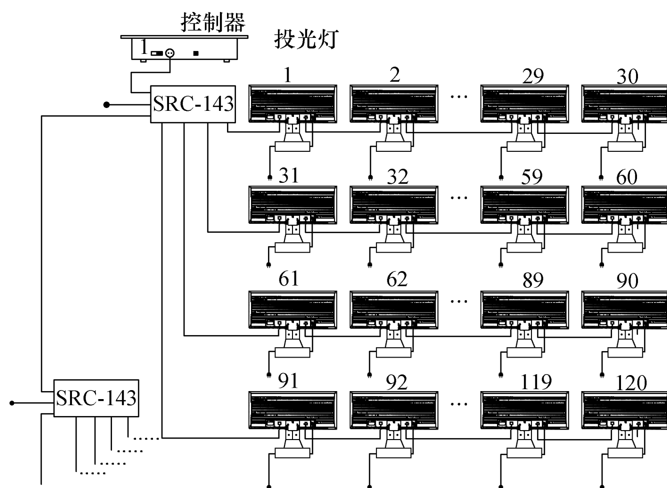
图 2-36　LED 投光灯电路原理图

2.10.3　LED 投光灯的电气连接与安装

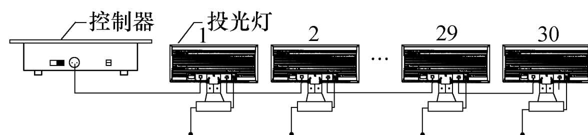
室外直射型小功率投光灯最常用的有两种安装接线方法，如图 2-37 所示。

室外多行旋转型大功率投光灯的安装接线方法如图 2-38所示。

安装时，将投光灯后盖打开，再将电源进出线从电缆引入孔穿入，接在后盖上的接线端子上。检查安装无误后，拧紧压紧螺母，再依次将密封圈和后盖装上，用螺钉拧紧。待全部安装完毕后，接通电源，投光灯即可工作。



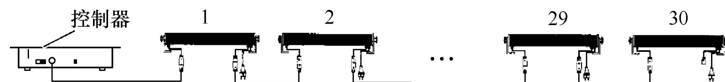
a）安装方法一



b）安装方法二

图 2-37　LED 投光灯电气连接图

连接1：



连接2：

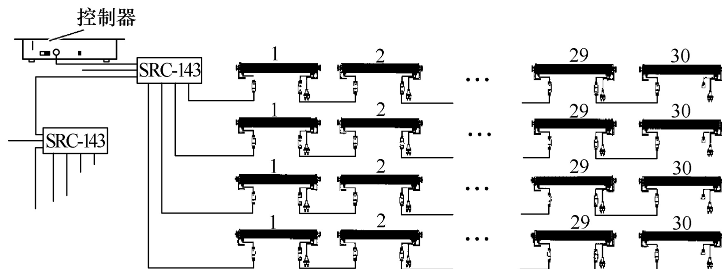


图 2-38　大功率多行旋转投光灯接线原理图

2.11　LED 彩虹管的安装

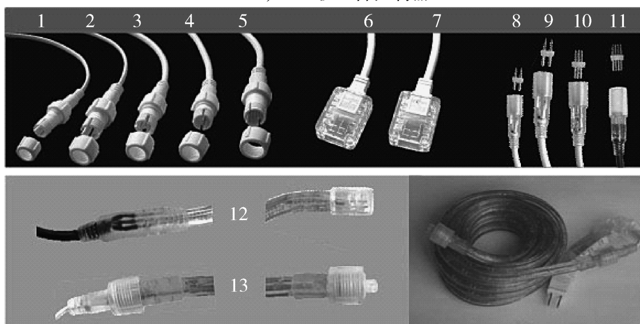
2.11.1　安装 LED 彩虹管所需附件

安装 LED 彩虹管时，通常需要控制器、电源连接电缆、中间接头、尾塞和固定夹等一些常规的附件，如图 2-39所示。没有这些配件或配件型号不正确，就没有办法完成 LED 彩虹管安装。



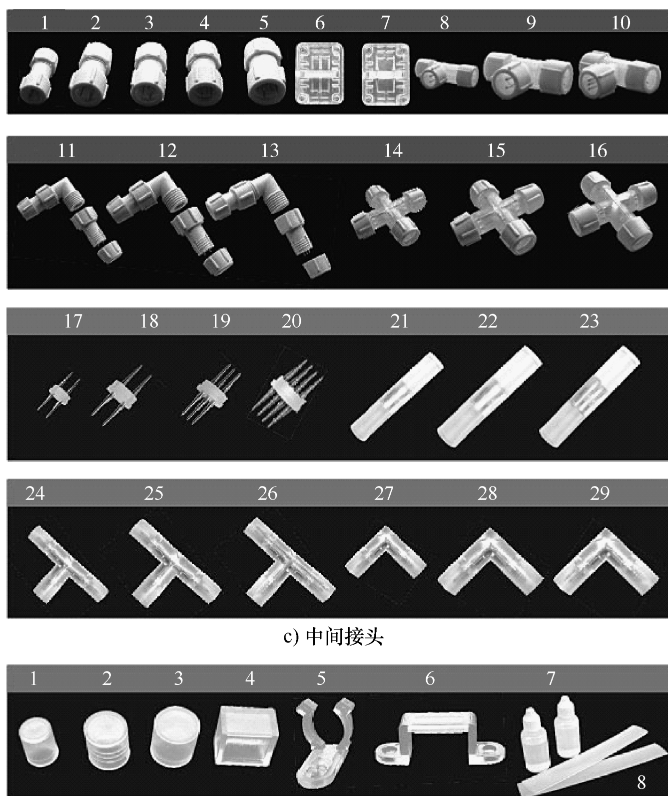


a) LED彩虹管控制器



b) 电源连接电缆

图 2-39　LED 彩虹管常用附件



c) 中间接头

d) 尾盖、固定夹、套管

图 2-39　LED 彩虹管常用附件（续）

2.11.2　方型 LED 彩虹管的安装

LED 方型彩虹管的安装步骤及连接方法见表 2-6。

表 2-6　方型彩虹管的连接方法

步骤	连 接 方 法	操 作 图 示
1	打开中间接头	
2	把插针与电源线连接好	
3	插针与彩虹管连接好	
4	放回盖中	

（续）

步骤	连接方法	操作图示
5	套好盖子	
6	旋紧螺钉	
7	套好尾盖	

2.11.3 圆二线LED彩虹管的安装

圆二线LED彩虹管插头上有两根线，其中一根是公共线。圆二线控制器的后面有四个连接端子，其中不同颜色的那一根就是控制器的公共线，彩虹管插头的公共线与控制器公共线连接在一起，其他几根线可以随意连接起来，如图2-40所示。如果没亮，那就是没有找对公共线。

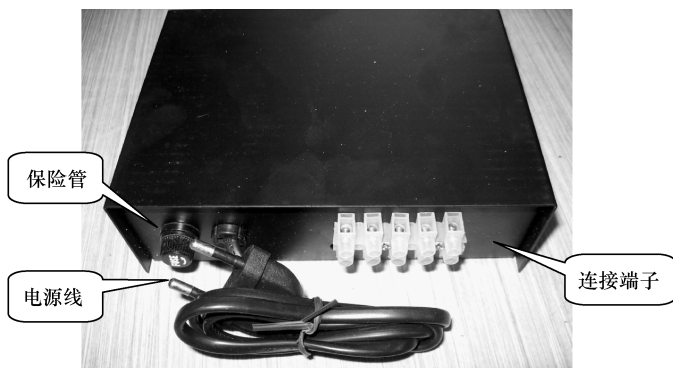


图 2-40　LED 圆二线控制器

LED 圆二线彩虹管的安装步骤与连接方法见表 2-7。

表 2-7　LED 圆二线彩虹管安装与连接

步骤	连接方法	操作图示
1	在印刷有剪刀口的位置剪断彩虹管	
2	将连接端盖穿入彩虹管	

（续）

步骤	连接方法	操作图示
3	准备好前接电源线	
4	将前接线的插针与彩虹管电线相插接	
5	把端盖旋紧	
6	装好尾盖，必要时可用胶水粘固好	
7	根据设计要求，可在中间进行接头或者分支连接	a）十字连接 b）T形连接 c）L形连接

（续）

步骤	连 接 方 法	操 作 图 示
8	用固定夹或固定槽固定彩虹管	a) 固定夹 b) 固定槽

友情提示

LED 彩虹管安装的注意事项如下：

1）LED 彩虹管为一卷时，不要点亮灯带。安装时，只能在彩虹管上印有剪刀标记处剪，否则将引起一个单元不亮（一般每个单元长度为 1.5～2m），如图 2-41 所示。必须注意的是，在剪切时，横切面要整齐，不能留任何毛刺。否则，易造成短路烧毁内部电线。

2）安装时，应将彩虹管向一侧弯曲，使其内部的电线（铜线）露出 2～3mm，并用剪钳剪干净，不得留有毛刺，再用公针对接，避免短路。

3）不要在安装或装配彩虹管的过程中通电源。只有接驳安装好且接线正确的情况下，才能接通电源。寒冷气温下安装 LED 彩虹管，可先通电几分钟，使灯身变软易于弯曲，以便于弯作图案、字体等，然后再断电安装。

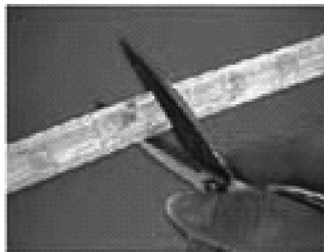


图 2-41　在剪刀标记处剪切 LED 彩虹管

4）安装及使用过程中，请勿用重物体敲打彩虹管，以及摔击、震动。

5）彩虹管尾端必须套上 PVC 尾塞，用夹带扎紧后，再用中性玻璃胶封住接口四周，以确保使用安全。

6）只有规格相同、电压相同的两段彩虹管才能相互串接，串接总长度不可超过最大许可用长度。实际经验表明，彩虹管相互串接时，每连接一段，即试点亮一段，以便及时发现正负极是否接错和每段彩虹管的光线射出方向是否一致。安装时，注意检查各接口是否牢固，有无短路隐患；户外安装时，各接口处必须用玻璃胶或其他适当方法密封接口处，保证各接口处不进水。

7）安装固定，请勿使用铁丝等金属材料紧扎彩虹管，以免铁丝陷入彩虹管内，造成短路烧毁彩虹管。

8）电源电压应与彩虹管所标示电压一致，并安装适

当规格的保险装置。因 LED 具有单向导电性，若使用带有交直流转换器的电源线，应在完成电源连接后，先进行通电试验，确定正负极连接正确后再投入使用，如图2-42所示。

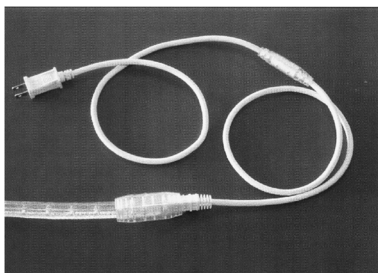


图 2-42　交流/直流整流电源线连接图

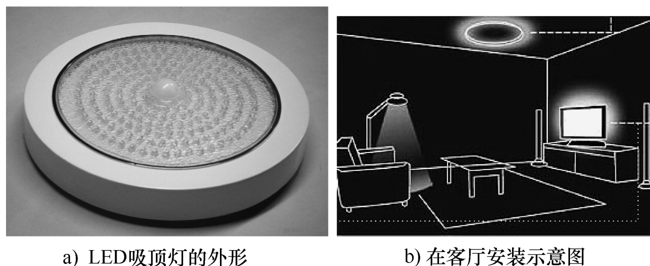
9）若需产生闪动、流水等效果，应使用 LED 彩虹管控制器。

2.12　LED 吸顶灯的安装

2.12.1　LED 吸顶灯简介

LED 吸顶灯可在 20%～100% 的亮度范围内均匀柔缓地调节灯光，调光时灯光不会闪烁。有的 LED 吸顶灯还配有遥控开关，可以通过遥控实现 30s 或 30min 后自动关灯，为生活提供了方便。

吸顶灯可直接装在天花板上，安装简易，款式简单大方，赋予空间清朗明快的感觉，通常用于客厅和卧室，如图 2-43 所示。



a) LED吸顶灯的外形　　b) 在客厅安装示意图

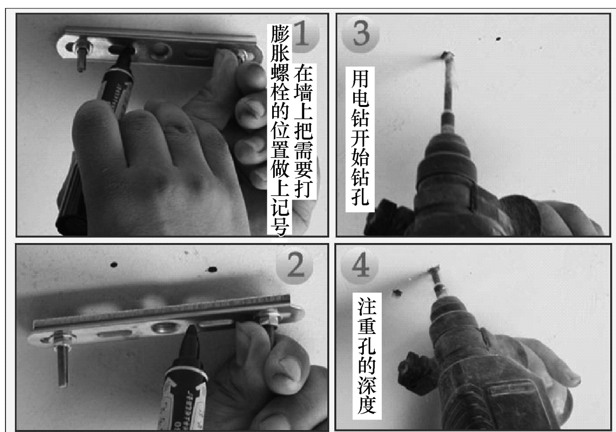
图 2-43　LED 吸顶灯

常用的吸顶灯有方罩吸顶灯、圆球吸顶灯、尖扁圆吸顶灯、半圆球吸顶灯、半扁球吸顶灯、小长方罩吸顶灯等，其安装方法基本相同。

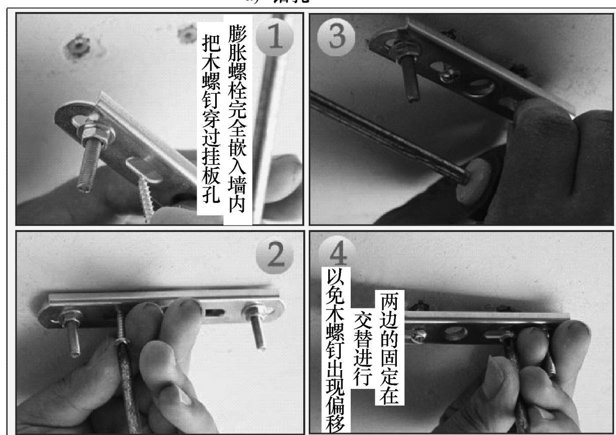
2. 12. 2　LED 吸顶灯的安装

1. 钻孔和固定挂板

对现浇的混凝土实心楼板，可直接用电锤钻孔，打入膨胀螺栓，用来固定挂板，如图 2-44 所示。固定挂板时，在木螺钉往膨胀螺栓里面旋的时候，不要一边完全旋紧了才固定另一边，那样容易导致另一边的孔位置对不齐，正确的方法是粗略固定好一边，使其不会偏移，然后固定另一边，两边要同时进行，交替进行。



a) 钻孔



b) 固定挂板

图 2-44　钻孔和固定挂板

友情提示

为了保证使用安全，当在砖石结构中安装吸顶灯时，应采用预埋吊钩、螺栓、螺钉、膨胀螺栓、尼龙塞或塑料塞固定。严禁使用木楔。

2. 连接电源和固定灯座

1）连接供电电源线与灯具电源线。先将供电电源线与灯具电源线剥掉5~7mm长的线头，再将露出的金属导线拧在一起，用电工绝缘胶带缠好（或套上绝缘端子）。接线时应分清正、负极性。

2）将灯座的中央孔对准挂板的螺钉，将灯座固定在天花板上。

3）扶正灯具，并用螺钉进行固定。

3. 安装灯罩

将灯罩嵌入底盒，旋转灯罩或者扳动板扣，卡住灯罩，如图2-45所示。

应用技巧

LED吸顶灯安装应注意以下问题：

（1）安装前的检查

1）引向每个灯具的导线线芯的截面，铜芯软线应不小于0.4mm^2，铜芯线应不小于0.5mm^2，否则引线必须更换。

2）导线与灯头的连接、灯头间并联导线的连接要牢固，电气接触应良好，以免由于接触不良，出现导线与接



图 2-45　安装灯罩

线端之间产生火花，而发生危险。

（2）在砖石结构中安装吸顶灯时，应采用预埋螺栓，或用膨胀螺栓、尼龙塞或塑料塞固定；不可使用木楔。并且上述固定件的承载能力应与吸顶灯的重量相匹配。以确保吸顶灯固定牢固、可靠，以延长其使用寿命。

（3）当采用膨胀螺栓固定时，应按产品的技术要求选择螺栓规格，其钻孔直径和埋设深度要与螺栓规格相符。

（4）固定灯座螺栓的数量不应少于灯具底座上的固定孔数，且螺栓直径应与孔径相配；底座上无固定安装孔的灯具（安装时应自行打孔），每个灯具用于固定的螺栓或螺钉不应少于 2 个，且灯具的重心要与螺栓或螺钉的重心相吻合；只有当绝缘台的直径在 75mm 及以下时，才可采用 1 个螺栓或螺钉固定。

（5）LED吸顶灯不可直接安装在可燃的物件上，有的家庭为了美观用油漆后的三夹板衬在吸顶灯的背后，实际上这是很危险的，必须采取隔热措施；如果灯具表面高温部位靠近可燃物，也要采取隔热或散热措施。

（6）灯具应具有足够的防触电保护措施。

2.13 LED灯杯的安装

2.13.1 小功率LED灯杯的安装

小功率LED灯杯（灯泡）的安装方法比较简单，一般采用12V直流电源供电，在室内需要灯光投射照明或投光点缀照明的地方（如天花板、壁柜），用一根电源线与控制系统（电源）连接，安上一定数量的LED灯杯，就可达到目的。LED-R16灯杯的电气连接方法如图2-46所示。

2.13.2 大功率LED灯杯的安装

在室内安装大功率LED灯杯（灯泡），一般采用恒流源驱动器供电，也可采用开关电源供电。

安装LU-PC-ϕ30-1W型大功率灯杯，只需用一根电源线将恒流源驱动器控制系统相连接即可，安装操作十分方便，电气连接如图2-47所示。

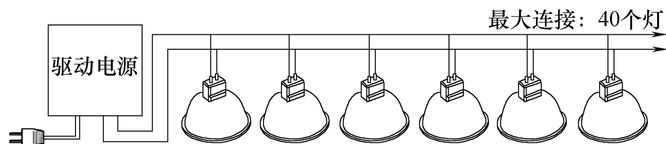


图 2-46 小功率 LED 灯杯电气连接原理图

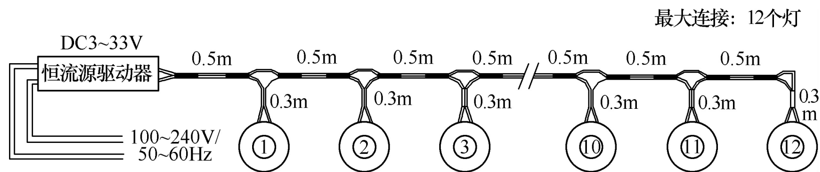
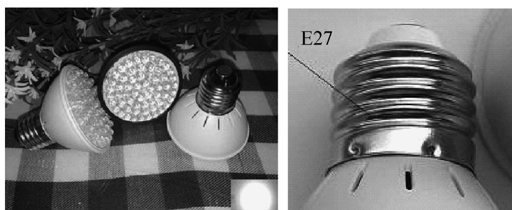
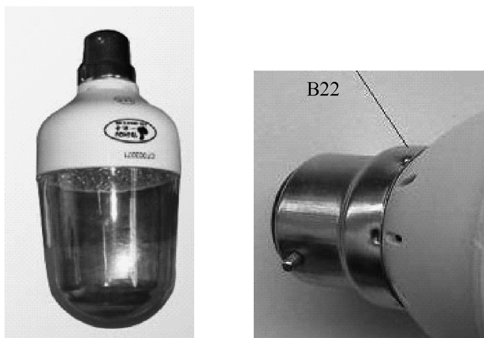


图 2-47 LU-PC-ϕ30-1W 型大功率灯杯电气连接图

大功率LED E27灯杯采用通用的螺口灯头，常见的有立灯、壁灯、吊灯、小夜灯等。为满足特殊需要，还有采用B22灯头的LED灯杯。使用LED E27/B22灯泡的最大好处是不需更换现有的白炽灯灯具、灯座，可直接安装使用，如图2-48所示。



a) LED E27灯杯



b) LED B22灯杯

图2-48　LED E27/B22灯杯

应用技巧

安装 LED 灯杯应注意以下问题：

1）首先应初步预算所需灯杯的数量，然后根据单个灯杯的额定功率，计算出总功率，并设计配电方案和电气连接方式（串联、并联或者混联）。

2）安装前应切断电源，以防止触电。

3）LED 灯杯使用时应严格按照其标识电压使用，误接电压可能会造成灯泡（灯杯）永久性的损坏。

4）LED 灯杯安装前应确保安装位置可以承受 10 倍于灯杯的重量，应避免安装在热源处及热蒸汽、腐蚀性气体的场所，以免影响寿命。

5）程序控制系统可在正常工作条件下用于色彩变幻效果，使用前应仔细阅读说明书，只有按照规定使用才能达到最优化的 LED 寿命。

6）灯具通电工作时，尽量避免用手触摸灯具表面。

7）安装 LED 灯杯一定要做好散热，不然会光衰得很快。

8）安装 LED 射灯的灯杯应注意调整好投射角度，以能满足设计要求。

2.14　LED 幕墙灯的安装

2.14.1　梦幻幕墙灯的安装

梦幻幕墙灯的电源线使用大组啤插头，信号线使用小

组啤插头，可按照下面两种方法安装。

1. 方法一

如图 2-49 所示。图中，P3 为大组啤插头两芯电源母插尾塞，P4 为小组啤插头四芯信号母插尾塞（母插内部插针设计有两个 120Ω 电阻）。A 为四芯信号线 T 形接头链，B 为电源，C 为控制器，D 为变压器，E 为幕墙灯，F 和 H 为 SDL-109A-T1，G 和 I 为电源。

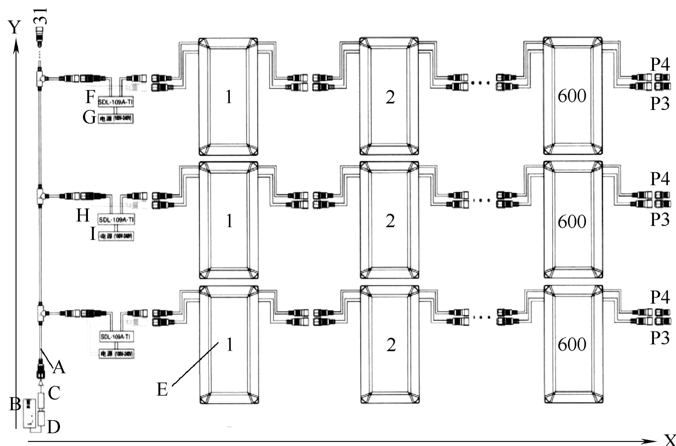


图 2-49　梦幻幕墙灯安装方法一

在安装时，沿坐标 Y 轴主路方向每接 30 排后需要加接一个信号放大器 SDL-109A-T1；同样，沿坐标 X 轴主路方向每接 60 根后需要加接一个信号放大器 SDL-109A-T1，每条支路最多只能连接 600 块幕墙灯。

2. 方法二

如图 2-50 所示。P3 为大组啤插头两芯电源母插尾塞，P4 为小组啤插头四芯信号母插尾塞（母插内部插针加有两个 120Ω 电阻）。

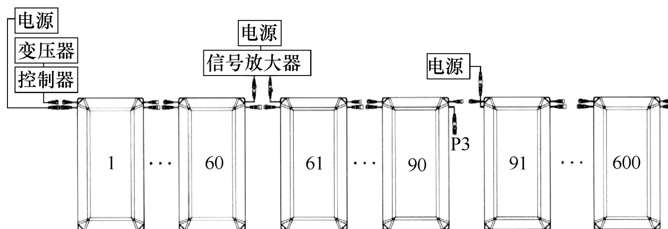


图 2-50　梦幻幕墙灯安装方法二

2.14.2　LED 超薄型幕墙灯

与灯光柔和的梦幻幕墙灯比起来，超薄幕墙灯就更加直接，更加绚烂，用丙烯酸为原材料制成的超薄幕墙灯外观像有一层霜雾一样。一个只有手掌大小的 SL-410-1A 控制器可连接 4 个超薄幕墙灯，而 SDL-171 和 SL-410-15A 控制器则可分别连接 30 ~ 40 个超薄幕墙灯。每个 LED 超薄幕墙灯用锁螺牙式接头连接，可很方便地与主电源线连接，24V 低压可以确保安全使用。

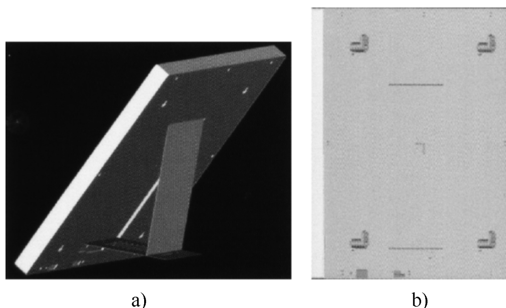
1. 固定方式

LED 超薄幕墙灯有两种安装固定方式。

第一种方式：把幕墙灯背后的支架和衬架打开，将支

架的底端穿进衬架的一字条形孔内放于平台上即可固定，如图2-51a所示。

第二种方式：直接用螺钉通过幕墙灯背面焊接的U型材上的葫芦形孔与安装板固定。如图2-51b所示。



a)　　b)

图2-51　LED超薄幕墙灯的两种安装固定方式

2. 电路连接

LED超薄型幕墙灯电源线接头使用两芯大组啤插头，DMX信号线接头使用8PIN网络水晶插头，其电路连接有以下两种方法。

第一种方法，如图2-52所示，将第一块LED超薄型幕墙灯通过DMX信号连接线连接第二块LED超薄型幕墙灯（第一块幕墙灯为主机，随后的幕墙灯为从机），第一块LED超薄型幕墙灯电源直接接电源POWER（100V～240V），后续的幕墙灯依序将信号和电源首尾相连，每隔60块幕墙灯要加一个信号放大器SDL-109A-T1，60*X*

(X 为自然数) 和 $60X+1$（X 为自然数）块幕墙灯之间的 DMX 信号须经过信号放大器的转换放大，每隔 60 块幕墙灯重新接电源，所有未连接的电源输出界面用电源尾塞 P3 塞住，防止进水。每组电路可接无数块幕墙灯（设置相同地址）。

图中的 A 和 B 处表示 8P 网络水晶插头和四芯小组啤插头之间的转接线；P3 为大组啤插头两芯电源母插尾塞 (以下同)。

在连接时，一定要切断所有电源，所有未连接的电源接头须接上尾塞。

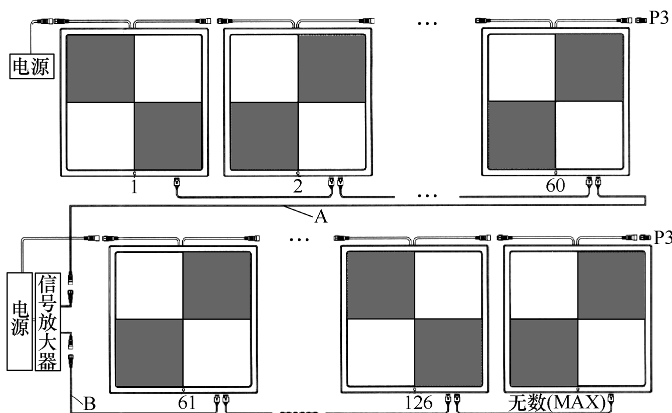


图 2-52　LED 超薄型幕墙灯电路连接一

第二种方法，如图 2-53 所示，将第一块 LED 超薄型幕墙灯通过信号转接线连接控台 DMX 界面，第一块 LED 超薄

型幕墙灯电源直接接电源 POWER（100～240V），后续的幕墙灯依序将信号和电源界面首尾相连，每隔 60 块幕墙灯要加一个信号放大器 SDL-109A-T1，60X（X 为自然数）和 60X+1（X 为自然数）块幕墙灯之间的 DMX 信号须经过信号放大器的转换放大。每隔 60 块幕墙灯重新接电源，所有未连接的电源输出界面用电源尾塞 P3 塞住，防止进水。

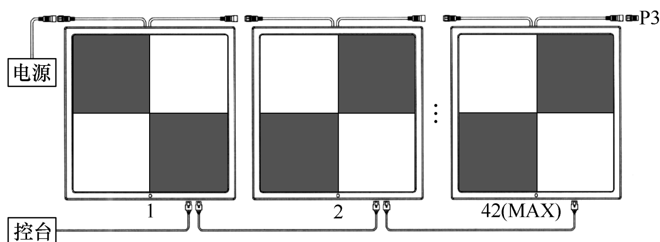


图 2-53　LED 超薄型幕墙灯电路连接二

当使用 DMX512 控台时，分组如下：

1）当每块幕墙灯占用 12 通道时，每组电路可接 42 块幕墙灯。

2）当每块幕墙灯占用 6 通道时，每组电路可接 85 块幕墙灯。

3）当每块幕墙灯占用 3 通道时，每组电路可接 170 块幕墙灯。

注意：在连接时，一定要切断所有电源，所有未连接的电源接头须接上尾塞。

第 3 章 LED 显示屏工程应用与施工技术

3.1 LED 显示屏应用基础

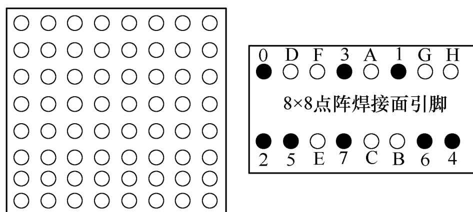
3.1.1 LED 显示屏的结构

LED 显示屏是利用 LED 作为发光体制作的平板矩阵显示器。LED 具有光电转换效率高、驱动电压低、易于与计算机接口、使用寿命长的特性，屏幕的大小可按需要无缝拼接。

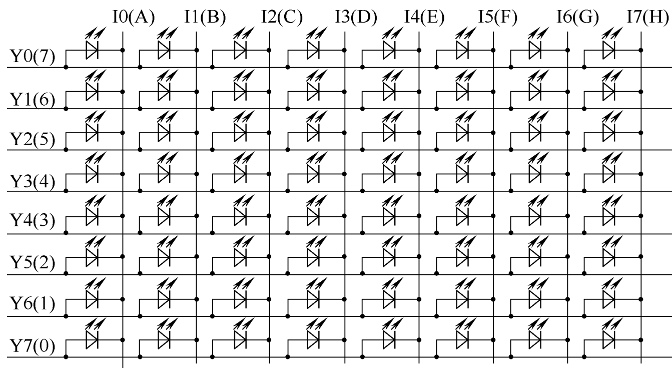
1. LED 显示屏的组成

LED 显示屏通常由若干 LED 点阵显示模块组成，用于显示 8×8 单色 LED 显示点阵模块，每块有 64 个 LED。为了减少引脚且便于封装，LED 显示点阵模块采用阵列形式排布，即在行线与列线的交点处接有 LED 显示。8×8 LED 点阵的外观、引脚及等效电路如图 3-1 所示。

LED 点阵显示模块的显示一般采用动态扫描驱动方式，每次最多只能点亮一行 LED。微处理器通过和驱动器



a) 点阵外观及引脚图



b) 等效电路

图 3-1　8×8 LED 点阵的外观、引脚及等效电路

的协同工作来完成对每一个 LED 点阵显示模块内每个 LED 显示点的亮、熄灭控制操作。

2. LED 显示屏系统的组成

LED 显示屏系统一般由显示屏本体、显示屏控制系统、外围设备等组成。其中，显示屏本体包括 LED 发光

显示单元和电源；显示屏控制系统包括主控器、分配卡、HUB 卡、专用显卡、编辑卡、播放软件等；外围设备包括电脑、功放机、音响、摄像机、打印机、防雷器和其他相关软件。

LED 发光显示单元均由 LED 矩阵块或者 LED 模组组成，若干个可组合拼接的显示单元（单元显示板或单元显示模组）按照一定的方式连接在一起就构成了屏幕。再将屏幕放置在箱体中予以固定，最后配上一套适当的控制器（主控板或控制系统），就组成了一个完整的 LED 显示屏。室外 LED 全彩显示屏的组成如图 3-2 所示，室内 LED 全彩显示屏的组成如图 3-3 所示。

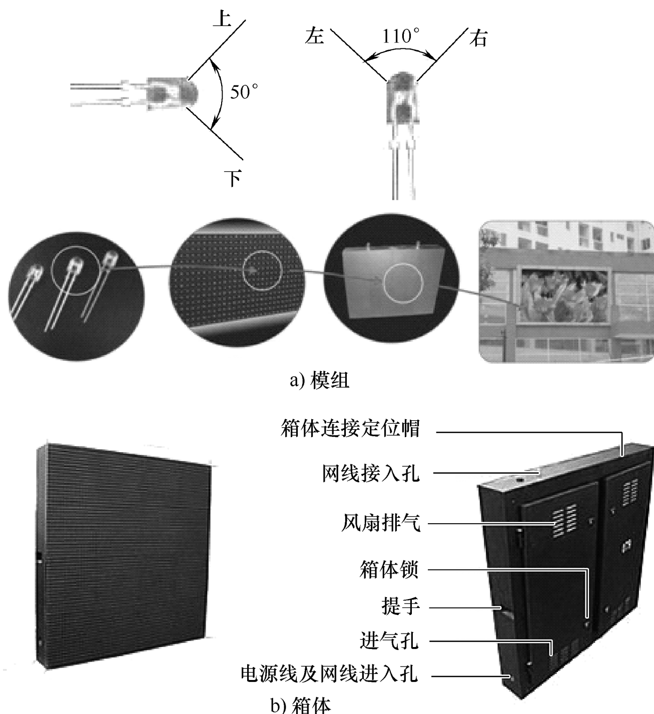
多种规格的显示板（或单元箱体）配合不同控制技术的控制器，就可以组成许多种 LED 显示屏，以满足不同环境、不同显示要求的需要。



LED 显示屏的基本构成

下面以较为复杂的同步视频屏为例介绍其基本构成。

(1) 金属结构框架：户内屏一般由铝合金（角铝或铝方管）构成内框架，搭载显示板等各种电路板以及开关电源，外边框采用茶色铝合金方管，或铝合金包不锈钢，或钣金一体化制成。户外屏框架根据屏体大小及承重能力一般为角钢或工字钢构成，外框可采用铝塑板进行装饰。



a) 模组

b) 箱体

图 3-2　室外 LED 全彩显示屏的组成

（2）显示单元：由发光材料及驱动电路构成。户内屏就是各种规格的单元显示板，户外屏就是单元箱体。显示单元的作用一般由带有灰度级控制功能的移位寄存器、锁存器构成，只是视频 LED 显示屏的规模往往更大，通

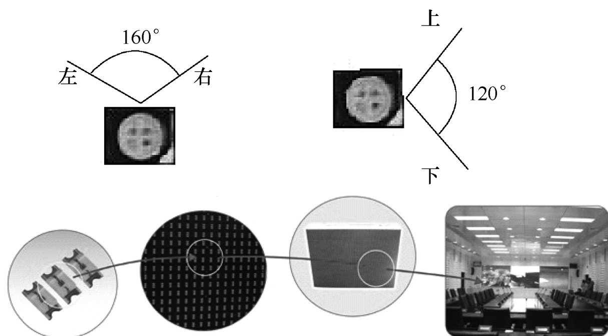


图 3-3　室内 LED 全彩显示屏

常使用集成规模超大规模的集成电路。

显示单元是 LED 显示屏的主体部分，应用于显示屏的 LED 发光材料有以下三种形式。

1）LED 发光灯（或称单灯）：一般由单个 LED 晶片、反光碗、金属阳极、金属阴极构成，外包具有透光聚光能力的环氧树脂外壳。可用一个或多个（不同颜色的）单灯构成一个基本像素，由于亮度高，多用于户外显示屏。

2）LED 点阵模块：由若干晶片构成发光矩阵，用环氧树脂封装于塑料壳内。适合行列扫描驱动，容易构成高密度的显示屏，多用于户内显示屏。

3）贴片式 LED 发光灯（或称 SMD LED）：就是 LED 发光灯的贴焊形式的封装，可用于户内全彩色显示屏，可

实现单点维护，有效克服马赛克现象。

4）亚表贴：将红绿蓝三只灯分别封装成长方型，然后按次序排列在一条直线上构成像素点，以点间距7.625mm、8mm、10mm、12mm的方式均匀分布在单元板上构成的显示屏。亚表贴屏亮度高于表贴屏。

目前，室内全彩LED显示屏方案有点阵模块方案、单灯方案、贴片方案和亚表贴方案四种，这四种方案优缺点的比较见表3-1。

表3-1　室内全彩LED显示屏方案的比较

方　案	优　　势	缺　　点	说　　明
点阵模块方案	原材料成本最有优势，且生产加工工艺简单，质量稳定	色彩一致性差，马赛克现象较严重，显示效果较差	最早的设计方案，由室内伪彩点阵屏发展而来
单灯方案	色彩一致性比点阵模块方式好	混色效果不佳，视角不大，水平方向左右观看有色差。加工较复杂，抗静电要求高。实际像素分辨率做到10000点以上较难	为解决点阵屏色彩问题，借鉴户外显示屏技术的一种方案，同时将户外的像素复用技术（又叫像素共享技术、虚拟像素技术）移植到了室内显示屏

（续）

方　案	优　　势	缺　　点	说　　明
亚表贴方案	在显示色彩一致性，视角等首要指标和贴片方案差别不大，但成本较低，显示效果很好，分辨率理论上可以做到 17200 点以上	加工还是较复杂，抗静电要求高	实际上是单灯方案的一种改进，现在还在完善之中
贴片方案	色彩一致性、视角等重要显示指标是现有方案里最好的一种，特别是三合一表贴的混色效果非常好	加工工艺麻烦，成本太高	采用贴片发光管为显示元件的方案

（3）扫描板：扫描板所起的作用正所谓承上启下，一方面它接受主控制器的视频信号，另一方面把属于本级数据传送给自己的各个显示控制单元，同时还要把不属于本级的数据向下一个级联的扫描板传输。

（4）开关电源：将 220V 交流电变为各种直流电提供给各种电路。

（5）双绞线传输电缆：主控制器产生的显示数据及各种控制信号由双绞线电缆传输至屏体。

（6）主控制器：从计算机显示卡获取一屏各像素的各色亮度数据，然后分配给若干块扫描板，每块扫描板

负责控制 LED 显示屏上的若干行（列），而每一行（列）上的 LED 显示信号则用串行方式通过本行的各个显示控制单元级联传输，每个显示控制单元直接面向 LED 显示屏体。主控制器所做的工作，是把计算机显示卡的信号转换成 LED 显示屏所需要的数据和控制信号格式。

（7）专用显示卡及多媒体卡：除具有电脑显示卡的基本功能外，还同时输出数字 RGB 信号及行、场、消隐等信号给主控制器。多媒体除以上功能外，还可将输入的模拟 Video 信号变为数字 RGB 信号（即视频采集）。

（8）电脑及其外围设备。

（9）其他信息源：电视机、DVD/VCD 机、摄/录像机及切换矩阵等。

3. LED 显示屏的组装方式

（1）框架结构式组装

1）屏幕较小时，一般由工厂组装成整屏。

2）屏幕较大时，按单元板发货。由工程人员在现场组装。组装时，先将单元板和电源分别固定在板筋背条上，最后拼装成屏体。

（2）箱体结构式组装

箱体与箱体之间采用定位销定位、锁紧机构拉紧，能使安装更加精密、准确，保证箱体上下、左右之间的 LED 间距在实际误差要求范围之内，从整体上保证了整个屏体的显示效果。

3. 1. 2　LED 显示屏的有关术语

1. 实像素和虚拟像素

实像素是指显示屏上的物理像素点数和实际显示的像素点是 1∶1 的关系，显示屏实际有多少点，只能显示多少点的图像信息。虚拟像素就是指显示屏的物理像素点数和实际显示的像素点数是 1∶N（N = 2、4）的关系，它能显示的图像像素比显示屏的实际像素多 2 倍或者 4 倍。

虚拟像素按照虚拟的方式可分为：软件虚拟与硬件虚拟；按照倍数关系分为 2 倍虚拟和 4 倍虚拟；按照一个模组上的排灯方式分为：1R1G1B 虚拟和 2R1G1B 虚拟。



实像素屏与虚拟屏是相对应的。简单来说，实像素屏就是指构成显示屏的红、绿、蓝三种发光管中的每一种发光管最终只参与一个像素的成像使用，以获得足够的亮度。虚拟屏则是利用软件算法控制每种颜色的发光管最终参与到多个相邻像素的成像当中，从而使得用较少的灯管实现较大的分辨率，能够使显示分辨率约提高 4 倍。大家知道，显示屏中成本支出最大的在于灯管，如何在不损失亮度的情况下为用户节省灯管成本，是显示技术追求的目标之一。而虚拟技术正是一个发展方向，就要求控制系统与驱动芯片的配合，利用软件算法与驱动芯片的响应时间相结合，达到在基本无损亮度的前提下，节约灯管成本的

目的。

2. 像素失控率

像素失控率是指显示屏的最小成像单元（像素）工作不正常（失控）所占的比例。而像素失控有两种模式：一是盲点，也就是瞎点，在需要亮的时候它不亮，称之为瞎点；二是常亮点，在需要不亮的时候它反而一直在亮着，称之为常亮点。

一般来说，像素的组成有 2R1G1B（2 颗红灯、1 颗绿灯和 1 颗蓝灯，下述同理）、1R1G1B、2R1G、3R6G 等，而失控一般不会是同一个像素里的红、绿、蓝灯同时全部失控，但只要其中一颗灯失控，即认为此像素失控。为简单起见，可按 LED 显示屏的各基色（即红、绿、蓝）分别进行失控像素的统计和计算，取其中的最大值作为显示屏的像素失控率。

失控的像素数占全屏像素总数之比，称之为“整屏像素失控率”。另外，为避免失控像素集中于某一个区域，又提出“区域像素失控率”的概念，即在 100×100 像素区域内，失控的像素数与区域像素总数（即 10000）之比。此指标对《LED 显示屏通用规范》SJ/T11141—2003 中“失控的像素是呈离散分布”要求进行了量化，方便直观。



目前国内的 LED 显示屏在出厂前均已进行老化（烤

机)，对失控像素的 LED 灯都会维修更换，“整屏像素失控率”控制在 1/104 之内、“区域像素失控率”控制在 3/104之内是没问题的，甚至有的个别厂家的企业标准要求出厂前不允许出现失控像素，但这势必会增加生产厂家的制造维修成本和延长出货时间。在不同的应用场合下，像素失控率的实际要求可以有较大的差别，一般来说，LED 显示屏用于视频播放，指标要求控制在 1/104 之内是可以接受，也是可以达到的；若用于简单的字符信息发布，指标要求控制在 12/104 之内是合理的。

3. 灰度等级

LED 显示屏同一级亮度中从最暗到最亮之间能区别的亮度级数。灰度也就是所谓的色阶或灰阶，是指亮度的明暗程度。对于数字化的显示技术而言，灰度是显示色彩数的决定因素。一般而言灰度越高，显示的色彩越丰富，画面也越细腻，更易表现丰富的细节。

灰度等级主要取决于系统的 A-D 转换位数。当然系统的视频处理芯片、存储器以及传输系统都要提供相应位数的支持才行。灰度等级一般为无灰度、8 级、16 级、32 级、64 级、128 级、256 级等。LED 显示屏的灰度等级越高，颜色越丰富，色彩越艳丽；反之，显示颜色单一，变化简单。



灰度虽然是决定色彩数的决定因素，但并不是说无限

制越大越好。因为首先人眼的分辨率是有限的，其次是系统处理位数的提高会牵涉到系统视频处理、存储、传输、扫描等各个环节的变化，成本剧增，性价比反而下降。一般来说，民用或商用级产品可以采用8位系统，广播级产品可以采用10位系统。

4. 亮度鉴别等级

亮度鉴别等级是指人眼能够分辨的图像从最黑到最白之间的亮度等级。前面提到显示屏的灰度等级有的很高，可以达到256级甚至1024级。但是由于人眼对亮度的敏感性有限，并不能完全识别这些灰度等级。也就是说可能很多相邻等级的灰度，人眼看上去是一样的。而且每人的眼睛分辨能力各不相同。对于显示屏，人眼识别的等级自然是越多越好，因为显示的图像毕竟是给人看的。人眼能分辨的亮度等级越多，意味着显示屏的色空间越大，显示丰富色彩的潜力也就越大。



亮度鉴别等级可以用专用的软件来测试，一般显示屏能够达20级以上就算是比较好的等级了。

5. 灰度非线性变换

灰度非线性变换是指将灰度数据按照经验数据或某种算术非线性关系进行变换再提供给显示屏显示。由于LED是线性器件，与传统显示器的非线性显示特性不同。为了能够让LED显示效果能够符合传统数据源同时又不损失

灰度等级，一般在 LED 显示系统后级会做灰度数据的非线性变换，变换后的数据位数会增加（保证不丢失灰度数据）。现在国内一些控制系统供应商所谓的 4096 级灰度或 16384 级灰度或更高，都是指经过非线性变换后的灰度空间大小。4096 级是采用了 8 位源到 12 位空间的非线性变换技术，16384 级则是采用8 位到16 位的非线性变换技术。由 8 位源做非线性变换，转换后空间肯定比 8 位源大。一般至少是 10 位，通常 12 位就可以做足够的变换了。

6. 点间距、像素密度与信息容量

点间距简称点距，是指 LED 显示屏的两两像素的中心距离或点间距（Dot Pitch），如图 3-4 所示。单位面积内像素的数量称为像素密度。单位面积内所含显示内容的

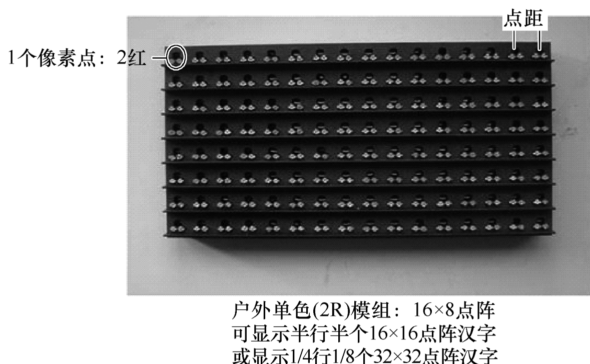


图 3-4　点间距

数量称为信息容量。

这三者从本质上说描述的是同一概念。点间距是从两两像素间的距离来反映像素密度；点间距和像素密度是显示屏的物理属性；信息容量则是像素密度的信息承载能力的数量单位。

点间距越小，像素密度越高，信息容量越多，适合观看的距离越近。反之，点间距越大，像素密度越低，信息容量越少，适合观看的距离越远。



LED 显示屏的最佳视距见表 3-2。

表 3-2 LED 显示屏的最佳视距

像素密度/(点/m^2)	点间距/mm	最佳视距/m	
		最近	最远
44100	4.75	2	26
40000	5	3	28
17200	7.625	4	42
10000	10	5	55
6944	12	8	66
3906	16	15	88
2500	20	20	110
2066	22	20	140

7. 单元板

单元板是显示屏的主体组成单元，由发光材料及驱动电路构成。室内屏通常由单元板构成。

8. 模组

模组是户外显示屏的最小显示单元。由若干个发光二极管按照一定的排列顺序，通过焊接、灌胶等工艺封装在固定的模壳里，便成为一个模组。

9. 单元箱体

单元箱体是显示屏的主体组成单元，由单元板按一定次序组成。户外屏通常由单元箱体构成。

10. 远程控制

远程并不一定是远距离。远程控制包括主控制端与被控制端在一个局域网内，而空间距离并不远；以及主控制端和被控制端在比较远的空间距离内两种类型。客户要求或者客户控制位置超出光纤直接控制的距离，那么就用远程控制。



显示屏到电脑距离的传输可以用光纤或网线，一般建议用光纤，因为传输信号好，不容易失真。多模光纤传输距离可以在 500m 以上，单模在 10km，五类双绞线在 100m 以下。当显示屏和控制电脑的布线距离小于 100m 时，用网线传输；当两者间的距离小于 500m 大于 100m 时，用多模光纤；当距离大于 500m 以上时，用单模光纤。

知识窗

LED 显示屏质量初步评估

选用 LED 全彩显示屏时，其质量好坏主要可从以下几个方面来进行初步评估鉴定。

(1) 平整度

显示屏的表面平整度要在 ±1mm 以内，以保证显示图像不发生扭曲，局部凸起或凹进会导致显示屏的可视角度出现死角。平整度的好坏主要由生产工艺决定。

(2) 亮度及可视角度

室内全彩屏的亮度要在 800cd/m^2 以上，室外全彩屏的亮度要在 1500cd/m^2 以上，才能保证显示屏的正常工作，否则会因为亮度太低而看不清所显示的图像。亮度的大小主要由 LED 管芯的好坏决定。

可视角度的大小直接决定显示屏受众的多少，要求越大越好。可视角度的大小主要由管芯的封装方式决定。

(3) 白平衡效果

白平衡效果是显示屏最重要的指标之一。色彩学上当红、绿、蓝三原色的比例为 1∶4.6∶0.16 时才会显示出纯正的白色，如果实际比例有一点偏差则会出现白平衡的偏差，一般要注意白色是否有偏蓝色，偏黄绿色现象。白平衡的好坏主要由显示屏的控制系统决定，管芯对色彩的还原性也有影响。

(4) 色彩的还原性

色彩的还原性是指显示屏对色彩的还原性能，即显示

屏显示的色彩要与播放源的色彩保持高度一致，这样才能保证图像的真实感。

（5）有无马赛克、死点现象

马赛克是指显示屏上出现的常亮或常黑的小四方块，即模组坏死现象，其主要原因为显示屏所采用的接插件质量不过关。

死点是指显示屏上出现的常亮或常黑的单个点，死点的多少主要由管芯的好坏决定。

（6）有无色块

色块是指相邻模组之间存在较明显的色差，颜色的过渡以模块为单位了。色块现象主要是由控制系统较差、灰度等级不高、扫描频率较低造成的。

3.1.3　LED 显示屏的常用信号和接口

1. LED 显示屏的常用信号

（1）CLK 时钟信号

该信号提供给移位寄存器的移位脉冲，每一个脉冲将引起数据移入或移出一位。数据端口上的数据必须与时钟信号协调才能正常传送数据，数据信号的频率必须是时钟信号的频率的 1/2 倍。在任何情况下，当时钟信号有异常时，会使整板显示杂乱无章。

（2）STB 锁存信号

该信号将移位寄存器内的数据送到锁存器，并将其数据内容通过驱动电路点亮 LED 显示出来。但由于驱动电

路受 EN 使能信号控制，其点亮的前提是使能必须为开启状态。锁存信号也需要与时钟信号协调才能显示出完整的图像。在任何情况下，当锁存信号有异常时，会使整板显示杂乱无章。

（3）EN 使能信号

该信号是整屏亮度控制信号，也用于显示屏消隐。只要调整该信号的占空比，就可以控制亮度的变化。当使能信号出现异常时，整屏将会出现不亮、暗亮或拖尾等现象。

（4）数据信号

该信号提供显示图像所需要的数据，必须与时钟信号协调，才能将数据传送到任何一个显示点。一般在显示屏中，红、绿、蓝的数据信号分离开来，若某数据信号短路到正极或负极时，则对应的该颜色将会出现全亮或不亮，当数据信号被悬空时，对应的颜色显示情况不定。

（5）ABCD 行信号

该信号只有在动态扫描显示时才存在，ABCD 其实是二进制数，A 是最低位，如果用二进制表示 ABCD 信号控制最大范围是 16 行（1111），1/4 扫描中只要 AB 信号就可以了，因为 AB 信号的表示范围是 4 行（11）。当行控制信号出现异常时，将会出现显示错位、高亮或图像重叠等现象。

图 3-5 所示为信号连接框图，由计算机同步控制 LED 显示屏，通过一根或两根超五类 8 芯网线通信。DVI 主控

卡与显卡之间通过 DVI 电缆线连接，计算机通过 RS-232 串口线（一端为 9 针串口，另一端为 4 位水晶头）。

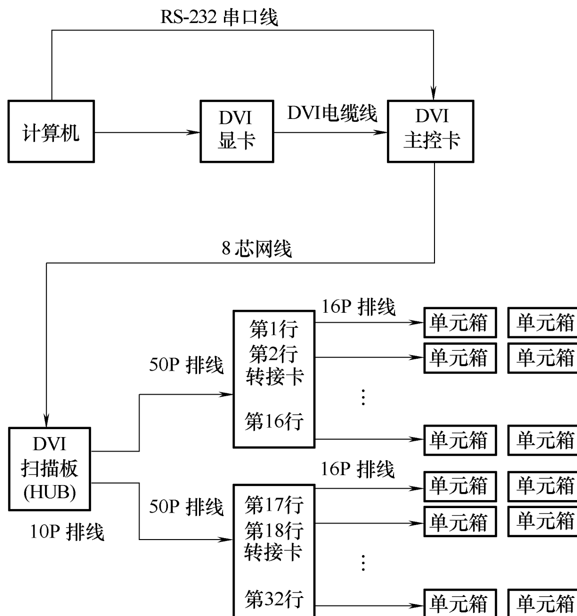


图 3-5　信号连接框图示例



LED 显示屏模组的扫描方式

LED 显示屏模组的扫描方式有 1/16、1/8、1/4、1/2、静态等几种（见表 3-3），扫描方式决定了模组之间

连接的形式。因为 LED 显示屏是逐行刷新显示的，扫描方式也就决定了显示刷新的方式，如 1/16 就是每次刷新 1 行，16 行为一个扫描周期，需 ABCD 四个信号控制；1/8就是每次刷新 1 行，8 行为一个扫描周期，需 ABC 三个信号控制；其他依次类推。如果采用相同的 LED 管，1/16扫的亮度要比 1/8 低，静态（1/1）的亮度是最高的。户内屏一般采用 1/16 扫，户外和半户外屏一般采用 1/16 或者 1/8。对于放置在经常受到猛烈阳光照射的环境中的屏，就最好用 1/4 扫描。

表 3-3　LED 显示屏模组的扫描方式描述

扫描方式	走线描述	图示
1/16 扫描	16.0：直行走线，一路数据带 16 行	RG—RG … RG
1/8 扫描	8.0：直行走线，一路数据带 8 行	RG—RG … RG RG—RG … RG
	8.1：上蛇行，一路数据带 16 行，8 行折列	RG RG RG RG RG RG RG RG

（续）

扫描方式	走线描述	图　　示
1/8 扫描	8.2：下蛇行，一路数据带 16 行，8 行折列	
1/4 扫描	4.0：直行走线，一路数据带 4 行	
	4.1：上蛇行，一路数据带 16 行，8 行折列	
	4.2：下蛇行，一路数据带 16 行，8 行折列	
	4.3：上蛇行，一路数据带 8 行，8 行折列	

（续）

扫描方式	走线描述	图　示
1/4扫描	4.4：下蛇行，一路数据带8行，8行折列	

2. LED显示屏的常用接口

（1）VGA输入接口

VGA接口采用非对称分布的15pin连接方式，其工作原理是：将显存内以数字格式存储的图像（帧）信号在RAMDAC里经过模拟调制成模拟高频信号，然后再输出到LED屏成像，这样VGA信号在输入端（LED显示屏内），就不必像其他视频信号那样还要经过矩阵解码电路的换算。从视频成像原理可知，VGA的视频传输过程是最短的，所以VGA接口拥有许多的优点，如无串扰、无电路合成分离损耗等。

（2）DVI输入接口

DVI接口主要用于与具有数字显示输出功能的计算机显卡相连接，显示计算机的RGB信号。

DVI数字端子比标准VGA端子信号要好，数字接口保证了全部内容采用数字格式传输，保证了主机到监视器

的传输过程中数据的完整性（无干扰信号引入），可以得到更清晰的图像。

（3）标准视频输入（RCA）接口

标准视频输入（RCA）接口也称 AV 接口，通常都是成对的白色的音频接口和黄色的视频接口，一般采用 RCA（俗称莲花头）进行连接，使用时只需要将带莲花头的标准 AV 线缆与相应接口连接起来即可。AV 接口实现了音频和视频的分离传输，这就避免了因为音/视频混合干扰而导致的图像质量下降，但由于 AV 接口传输的仍然是一种亮度/色度（Y/C）混合的视频信号，仍然需要显示设备对其进行亮/色分离和色度解码才能成像，这种先混合再分离的过程必然会造成色彩信号的损失，色度信号和亮度信号相互干扰，从而影响最终输出的图像质量。AV 还具有一定生命力，但由于它本身 Y/C 混合这一不可克服的缺点，因此无法在一些追求视觉极限的场合中使用。

（4）S 视频输入接口

S-Video 的英文全称为 Separate Video，其意义是将 Video 信号分开传送，也就是在 AV 接口的基础上将色度信号 C 和亮度信号 Y 进行分离，再分别以不同的通道进行传输。通常采用标准的 4 芯（不含音效）或扩展的 7 芯（含音效）信号线进行传输。带 S-Video 接口的显卡和视频设备当前已经比较普遍，同 AV 接口相比，由于它不再进行 Y/C 信号混合传输，因此也就无需再进行亮色分离

和解码工作，而且使用各自独立的传输通道，在很大程度上避免了视频设备内信号串扰而产生的图像失真，极大地提高了图像的清晰度。但 S-Video 仍要将两路色差信号（Cr Cb）混合为一路色度信号 C 进行传输，然后再在显示设备内解码为 Cb 和 Cr 信号进行处理，这样多少仍会带来一定信号损失而产生失真（这种失真很小），而且由于 Cr、Cb 信号的混合导致色度信号的带宽也有一定的限制，所以 S-Video 虽然已经比较优秀但离完美还相去甚远。S-Video虽不是最好的，但考虑到目前的市场状况和综合成本等其他因素，它还是应用最普遍的视频接口。

（5）视频色差输入接口

目前，可在一些专业级视频工作站/编辑卡专业级视频设备或高档影碟机等家电上看到有 YUV YCb Cr Y/B-Y/B-Y 等标记的接口标识，虽然其标记方法和接头外形各异，但都是指的同一种接口色差端口（也称分量视频接口）。它通常采用 YPbPr 和 YCbCr 两种标识，前者表示逐行扫描色差输出，后者表示隔行扫描色差输出。由上述关系可知，只需知道 Y Cr Cb 的值就能够得到 G 的值，所以在视频输出和颜色处理过程中就统一忽略绿色差 Cg 而只保留 Y Cr Cb，这便是色差输出的基本定义。作为 S-Video 的进阶产品，色差输出将 S-Video 传输的色度信号 C 分解为色差 Cr 和 Cb，这样就避免了两路色差混合解码并再次分离的过程，也保持了色度通道的最大带宽，只需要经过反矩阵解码电路就可以还原为 RGB 三原色信号而成像，这就

最大限度地缩短了视频源到显示器成像之间的视频信号通道，避免了因繁琐的传输过程所带来的图像失真，所以色差输出的接口方式是目前各种视频输出接口中最好的一种。

（6）BNC 端口

BNC 端口通常用于工作站和同轴电缆连接的连接器，标准专业视频设备输入、输出端口。BNC 电缆有 5 个连接头用于接收红、绿、蓝、水平同步和垂直同步信号。BNC 接头有别于普通 15 针 D-SUB 标准接头的特殊显示器接口。由 R、G、B 三原色信号及行同步、场同步五个独立信号接头组成。主要用于连接工作站等对扫描频率要求很高的系统。BNC 接头可以隔绝视频输入信号，使信号相互间干扰减少，且信号频宽较普通 D-SUB 大，可达到最佳信号响应效果。

（7）RS-232C 串口

RS-232C 标准（协议）的全称是 EIA-RS-232C 标准，其中 EIA（Electronic Industry Association）代表美国电子工业协会，RS（Recommeded Standard）代表推荐标准，232 是标识号，C 代表 RS-232 的最新一次修改。计算机输入输出接口是最为常见的串行接口，RS-232C 标准接口有 25 条线，4 条数据线、11 条控制线、3 条定时线、7 条备用和未定义线，常用的只有 9 根，常用于与 25-pin D-sub端口一同使用，其最大传输速率为 20kbit/s，线缆最长为 100m。RS-232C 端口被用于将计算机信号输入控

制 LED 显示屏。

从机械特性而言，RS-232C 包括标准的 25 针及简化的 9 针引脚排列。实际上，RS-232C 的 25 条引脚中有许多是很少使用的，要完成最基本的串行通信功能，只需要 RXD、TXD 和 GND 即可。表 3-4 为常用的 9 针接口各引脚的信号功能。

表 3-4　RS-232C 常用 9 针引脚信号功能

引　脚	信　　号	信　号　源	类　　型	描　　述
1	DCD	DCE	控制	载波信号检测
2	RXD	DCE	数据	数据接收
3	TXD	DTE	数据	数据接收
4	DTR	DTE	控制	数据终端准备好
5	GND		—	信号地
6	DSR	DCE	控制	数据设置准备好
7	RTS	DTE	控制	请求发送
8	CTS	DCE	控制	清除发送
9	RI	DCE	控制	振铃指示

从电气特性而言，RS-232 总线的逻辑电平与 TTL 电平完全不兼容，因此必须进行电平转换。目前常使用的电平转换电路为 MAX232。

MAX232 是双路驱动/接收器，内部包括电容型的电压生成器，可以将单 5V 电源转换成符合 EIA/TIA-232-E

的电压等级。接收器将 EIA/TIA-232-E 标准的输入电平转换成 SVTTL/CMOS 电平。

（8）HDMI（高清晰度多媒体接口）

HDMI 是基于 DVI 技术制定，可看作是 DVI 技术的强化与延伸，两者可以兼容。HDMI 接口可以提供高达 5Gbit/s 的数据传输带宽，满足 1080p 的分辨率，并支持所有的 HDTV 等标准以及 DVD Audio 等先进的数字音频格式，支持多声道 96kHz 或立体声 192kHz 数码音频传递，而且只用一条 HDMI 线连接，可以用于免除数码音频接线。与此同时，HDMI 接口无需在信号传送前进行数-模或者模-数转换，可以保证最高质量的影音信号传送。

HDMI 作为一种专门用来传输高清信号的接口，版本已经从 1.1 发展到了 1.3，和 1.1、1.2 版比，有几个新特性和功能：

1）带宽从 5Gbit/s 提高到 10Gbit/s。

2）色彩从 24bit 提高到 48bit。

3）支持 XVYCC 宽色域。

4）支持 DOLBY TRUE HD 和 DTS-HD。

5）新增唇形同步技术，解决音视频不同步问题。

6）新增迷你接口。



现在，HDMI 接口作为显示设备与影音设备之间的一个重要的桥梁，已经成为新一代数字影音设备的标准。

知识窗

显 示 接 口

显示接口用于连接控制卡和单元板/模组之间的连接，已将控制信号传递。由于存在不同的扫描方式，也就有不同的接口，使用得最多的是08接口、12接口和04接口。不同的接口主要是信号线的排列顺序不一样，原理是一样的。

室内屏多用08接口，室外屏所采用接口非常杂乱，使用12接口的较多，但12接口也不是户外屏的唯一接口，见表3-5。选择控制卡和单元板/模组时，应尽量选择接口一致的，若买到了不一致的接口，也可以根据学到的原理进行改线。

3.1.4　LED显示屏的选用

1. LED显示屏屏体尺寸的选用

在选用屏体尺寸大小时，应重点考虑显示内容的需要、场地空间条件、显示屏单元模板尺寸（室内屏）或像素密度（户外屏）等三个重要因素。

普通LED显示屏的分辨率一般最大为1200行×1600列。超大型显示屏可超出此限；常用的一种办法是用两套显示控制系统来拼接；另一种办法就是用超高速芯片设计电路。

以下是选用室内屏的参考尺寸。

表 3-5 常用显示接口

接口类型	08 接口	04 接口	12 接口
排列顺序	1 GND LA 2 3 GND LB 4 5 GND LC 6 7 EN LD 8 9 R1 G1 10 11 R2 G2 12 13 GND STB 14 15 GND SCK 16	1 STB GND 2 3 CLK GND 4 5 R GND 6 7 G GND 8 9 OE GND 10 11 A GND 12 13 B GND 14 15 GND GND 16	1 OE A 2 3 GND B 4 5 GND C 6 7 GND CLK 8 9 GND STB 10 11 GND R 12 13 GND G 14 15 GND D 16

（续）

接口类型	08 接口	04 接口	12 接口
图片			
应用范围	常见于 1/16、1/8 扫描	常见于 1/4 扫描	常见于 1/4 扫描

ϕ3.0mm 的点间距是 4.00mm，屏体最大尺寸约为 2.0m（高）×3m；

ϕ3.75mm 的点间距是 4.75mm，屏体最大尺寸约为 2.5m（高）×4m；

ϕ5.0mm 的点间距是 7.625mm，屏体最大尺寸约为 3.7m（高）×6m。

在选用室内显示屏的几何尺寸时，应以显示屏单元模板的尺寸为基础。一块单元模板分辨率一般为 32 行 ×64 列，即共有 2048 个像素，其几何尺寸如下：

ϕ3.75mm 单元模板尺寸为 152mm（高）×304mm（宽）；

ϕ5mm 单元模板尺寸为 244mm（高）×487mm（宽）。

室内显示屏体外边框的尺寸可按要求确定，一般应与屏体大小成比例。外边框的尺寸通常为 5～10cm（每边）。

对于户外屏而言，首先要确定像素尺寸。户外屏显示单元箱体的像素一般有 64×48 点、64×32 点及 32×32 点等几种，显示单元箱体尺寸因像素直径而异。像素尺寸的选定除了应考虑前面提到的显示内容的需要和场地空间因素外，还应考虑安装位置和视距。若安装位置与主体视距越远，则像素尺寸应越大，因为像素尺寸越大，像素内的发光管就越多，亮度就越高，而有效视距也就越远。但是，像素尺寸越大，单位面积的像素分辨率就越低，显示的内容也就越少。

显示屏长宽比例的确定方法是：图文屏可根据显示的内容确定；视频屏一般为 4∶3 或接近 4∶3，理想的比例为 16∶9。

2. 户外 LED 显示屏的选用

户外 LED 显示屏因为使用环境恶劣，对质量有更高的要求，要考虑的因素很多。

（1）从使用角度看，全彩色屏是今后的主流。其亮度高、色彩全、可全天候工作，但价格偏高。尽量选用新型广视角管，因为它视角宽阔、色彩纯正、一致协调。

目前最流行的户外 LED 显示屏外封装是带遮沿方形筒体，硅胶密封，无金属化装配。其外形精致美观，坚固耐用，具有防阳光直射、防尘、防水、防高温、防电路短路五防特点。

（2）从应用的角度看，满足用户需求的产品就有存在的理由。双基色显示屏在显示文字、色彩要求不高，没有蓝色的场合，以其价格低廉、成熟稳定占领着很大市场。

（3）室外屏的朝向、距离对价格起着决定性的作用。距离越远，像素越大、亮度越高。朝向东北的要比朝向西南的显示屏便宜得多。一般来说，户外（坐南朝北）的亮度应大于 $4000cd/m^2$，户外（坐北朝南）的亮度应大于 $8000cd/m^2$。

（4）屏体及屏体与建筑的结合部必须严格防水防漏。屏体要有良好的排水措施，一旦发生积水能顺利排放。

（5）在显示屏及建筑物上安装避雷装置。显示屏主体和外壳保持良好接地，接地电阻小于 3Ω，使雷电引起的大电流及时泄放。

（6）安装通风设备降温，使屏体内部温度在 -10～40℃之间。也可在屏体背后上方安装轴流风机，排出热量。

（7）选用工作温度在 -40～80℃之间的工业级集成电路芯片，防止冬季温度过低时显示屏不能启动。

（8）根据不同 LED 显示屏的特点，结合用户的实际需求，选择合适的显示屏。

1）对于车站、码头、大市场的出入口、电梯口的人流引导，使用 ϕ5.0mm 单色显示屏。具有字体清晰、价格低廉、机群控制的优点。

2）对于银行、商场等场合用于展示企业形象、广告等应用，要求价格低廉，使用 ϕ3.75mm 双基色显示屏。如果要求显示效果好，可使用 ϕ5mm 全彩色显示屏。

3. 户内 LED 显示屏的选用

1）对于大厅等面积大的场合，使用 ϕ5mm 双基色显示屏。如果要求显示效果，使用 ϕ10mm 全彩色显示屏。

2）对于银行、邮政、电力等营业大厅，用于对服务窗口的功能定义，使用 ϕ3mm 或 ϕ5mm 显示屏显示，以便于随时更换窗口的服务功能。

3）室内 LED 显示屏一般不要求考虑防水问题。

4）室内 LED 显示屏的亮度一般应大于 800cd/m^2；半室内 LED 显示屏的亮度一般应大于 2000cd/m^2。

知识窗

模组规格和单管亮度的计算

(1) 间距计算方法

每个像素点到另外一个像素点之间的距离，每个像素点可以是一颗LED灯［如：PH10（1R)］、两颗LED灯［如：PH16（2R)］、三颗LED灯［如：PH16（2R1G)］、四颗LED灯［如：PH16（2R1G1B)］、八颗灯、12颗灯等。

(2) 长度和高度计算方法

长度、高度的计算公式如下：

点间距×点数=长/高

例如：PH16长度=16点×1.6cm=25.6cm，高度=8点×1.6cm=12.8cm；PH10长度=32点×1.0cm=32cm，高度=16点×1.0cm=16cm。

(3) 屏体使用模组数

屏体使用模组数的计算公式如下：

总面积÷模组长度÷模组高度=使用模组数

例如：$10m^2$ 的PH16户外单色LED显示屏使用模组数为

$$10m^2 \div 0.256m \div 0.128m = 305.17678 \approx 305\text{个}$$

更加精确的计算方法为

长度使用模组数×高度使用模组数=使用模组总数

例如：长5m、高2m的PH16单色LED显示屏使用模

组数为

长使用模组数 = 5m ÷ 0.256m = 19.53125 ≈ 20 个

高使用模组数 = 2m ÷ 0.128m = 15.625 ≈ 16 个

使用模组总数目 = 20 个 × 16 个 = 320 个

(4) 单管亮度的计算

以两红、一绿、一蓝为例，其计算方法如下：

红色 LED 灯亮度：亮度 (cd)/m^2 ÷ 点数/m^2 × 0.3 ÷ 2

绿色 LED 灯亮度：亮度 (cd)/m^2 ÷ 点数/m^2 × 0.6

蓝色 LED 灯亮度：亮度 (cd)/m^2 ÷ 点数/m^2 × 0.1

例如：每平方米 2500 点密度，2R1G1B，每平方米亮度要求为 5000cd/m^2，则

红色 LED 灯亮度为：5000 ÷ 2500 × 0.3 ÷ 2 = 0.3

绿色 LED 灯亮度为：5000 ÷ 2500 × 0.6 = 1.2

蓝色 LED 灯亮度为：5000 ÷ 2500 × 0.1 = 0.2

每像素点的亮度为：0.3 × 2 + 1.2 + 0.2 = 2.0cd

4. LED 显示屏功能系统的选用

从技术等级上讲，LED 大屏幕显示系统是一个集计算机网络技术、多媒体视频控制技术和超大规模集成电路综合应用技术于一体的大型的电子信息显示系统，具有多媒体、多途径、可实时传送的高速通信数据接口和视频接口。计算机网络技术的使用使显示制作、处理、存储和传输更加安全、迅速、可靠。采用网络系统控制技术，可以和计算机网络联网。制造商在系统中使用了视频、音频控制技术，可以对各种不同的视频和音频信号源的输入进行

统一控制和管理。

下面简要介绍LED显示屏的常用功能控制方式。

（1）屏幕控制机播出

采用屏幕控制机控制LED显示屏的显示屏显示效果，可自动不断循环地运行给定的程序，根据节目单去服务取得相关的显示数据，也可以人工干预，产生屏幕上的显示效果。屏幕上的像素和屏幕控制机显示器相应区域上的像素一一对应，直接映射。

通过屏幕控制机可手动调节显示屏的亮度，选择适合当前环境的灰度非线性校正数据，也可以通过网络系统根据环境亮度自动调节显示屏亮度和选择不同的灰度非线性校正数据。

通过屏幕控制机可调节图像显示的对比度、色度等，将需要显示的信息传送到视频处理和控制单元进行视频处理。

（2）网络视频播出

通过多媒体视频控制技术和VGA同步（显示绘图阵列），可方便地将多种形式的视频信息源引入计算机网络系统，如广播电视和卫星电视信号、摄影视频信号、录像机、影碟机视频信号、计算机动画信息等，因而可以实现下列功能。

1）支持VGA显示，显示各种计算机信息、图形、图像。

2）支持多种输入方式。

3）实时显示真彩色视频图像，实现现场转播。

4）转播广播电视、卫星电视及有线电视信号。

5）电视、摄像、影碟等视频信号的即时播放。

6）支持 PAL、NTSC 等各种制式。

7）具有电视画面上叠加文字信息，全景、特写、慢镜头、特技等效果的实时编辑和播放功能（需另外配置非线性编辑设备）。

8）具有同时播放左右不同比例的画面及文字的功能。

（3）计算机联机播出

计算机联机播出方式可实现以下功能：

1）图文特技显示功能。

2）对图文进行编辑、缩放、流动、动画等功能。

3）显示各种计算机信息、图形、图像及二、三维计算机动画并叠加文字。

4）播出系统配有多媒体软件，可以灵活输入及播出多种信息。

5）有多种中文字体和字型可供选择，同时还可以输入英文、西班牙文、法文、德文、希腊文、俄文、日文等多种文字。

6）有多种播出方式，如单/多行平移、单/多行上/下移、左/右拉、上/下拉、旋转、无级缩放等。

7）主要时事新闻的编辑与播放，并有多种字体可供选择。

8）重要通告的即时发布，广告信息的播放等。

9）日历和时钟显示。

友情提示

一般来说，由人工生成显示内容的 LED 显示屏，使用通用显示播放软件编辑播放；需要由微机自动生成显示内容的 LED 显示屏，则需要专用显示软件。专用显示软件是针对特定显示应用开发的，例如上海证交所的显示软件只能接收播放上证所的行情数据，不能播放深证交所的行情数据。

对于有些需要自动生成显示内容的应用，若无现成专用显示软件则必须专门开发。专用显示软件往往需要读取客户的专用数据库中的数据，或者需要从外部采集数据。

对于大多数应用情况来说，使用通用显示播放软件就可满足需要。

3.1.5 LED 显示屏的配电

1. LED 显示屏的配电要求

LED 显示屏是一个较大的电子设备，良好的配电设备是系统实现可靠工作的重要条件之一。因此，LED 显示屏应配置专用的配电系统，其电源要求保证在 5 年内故障率低于 1%，电源质量的好坏取决于对元器件的筛选和电源生产厂家对质量的控制情况。具体来说，LED 显示屏的配电要求如下：

1）功耗 5kW 以下的显示屏，可用 220V 普通照明配电。

2）超出 5kW 的显示屏，应采用三相五线制供电。

3）配电箱中应配备检修时的断路装置和手动开关装置。

4）配电箱应配备过电流、短路、断路、过电压、欠电压、温度过高等保护措施，还配备相应的故障指示装置。

5）配电设计采用三相配电平衡方案，保证零线漏电流为零。

6）系统使用一个独立于保护地的信号地；保护地线对大地的电阻应小于 4Ω。

2. LED 显示屏耗电量的计算

目前大多数显示屏都是由开关电源供电，它把交流 220V 市电转化为直流 5V 供给显示屏工作。

显示屏的耗电量分为平均耗电量和最大耗电量。平均耗电量又称工作电量，即显示屏平时的实际耗电量。最大耗电量是启动时或全亮等极端情况时的耗电量，最大耗电量是交流电供电（线径、开关等）必须考虑的要素。

例如：P6 双基色显示屏的平均耗电量为 $200W/m^2$，最大耗电量为 $350W/m^2$。

P6 显示屏耗电量 = P10 显示屏耗电量 ×2 倍。

全彩色显示屏的耗电量比近似密度双基色显示屏要高出 1.5 倍左右。

ϕ5mm 显示屏的平均耗电量为 $200W/m^2$；最大耗电量为 $450W/m^2$。

$\phi 3.75$mm 显示屏的平均耗电量 = $\phi 5$mm 显示屏耗电量 ×2.5 倍。

3.2 LED 通用条屏的应用

3.2.1 LED 通用条屏简介

LED 条屏因形状是条状，所以称之为 LED 条屏。LED 条屏有单色的、双色的、全彩等。最早用的 LED 条屏是单红色的，经常会用在银行、政府办公大厅、机场、火车站等高端场所，之后就普遍用到邮政、移动通讯营业厅、超市、商场、部队、小商店等。

LED 条屏的型号很多，其工程应用方法大同小异，下面以通用条屏 V3.3 为例予以介绍。

1. 通用条屏的用途

通用条屏 V3.3 是一款性价比很高的 LED 电子显示板，如图 3-6 所示，可应用于公交车上发布广告；学校教室、宾馆房间、酒楼包房做电子门牌；办事大厅窗口显示屏；排队叫号系统终端显示屏；大型超市电子导购牌；商铺、商场柜台产品推介；展览会布展作企业、公司宣传；地板嵌入式显示屏；设备配置显示屏；家庭警示语句提示和万年历时钟等。支持多达 255 个显示板组网应用。

2. 通用条屏的主要特点

1）易学易用的后台软件，友好的编辑界面，支持英

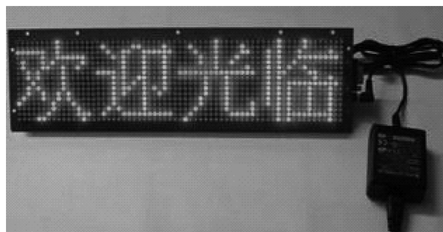


图 3-6　通用条屏 V3.3

文、汉语简、繁体操作系统。

2）提供二次开发应用的库函数、样例、说明书。

3）显示单行/双行/3 行/4 行汉字、英文，或双行英文（5×7 字符），能显示日期、时间。图形方式工作，软件提供自绘图形功能，可显示出各国文字。断电后能保护信息。

4）多种进入、退出显示方式，变化速度和停留时间可调。连续多幅图配合停留时间选择可构成新奇的动画效果。

5）存储容量：100～250 幕，相当于 1000 个汉字或 2000 个英文字，可扩充存储。

6）通信方式：RS-232 或 RS-485，波特率（也称调制速率）可调。

7）供电方式：外置直流 5V 电源，或从通信接头供直流 24V 电源，组网应用时集中供电便于布线施工和简洁。

8）安装方式：壁挂或吊装。

3. 常用点阵规格及相关尺寸

LED 通用条屏常用点阵规格及相关尺寸见表 3-6。

表 3-6　LED 通用条屏常用点阵规格及相关尺寸

规　　格	点间距/mm	单个汉字大小/mm
D3.7	4.75	76×76
D4.8	6.0	96×96
D5.0	7.62	122×122

4. 常用条屏字数规格

1 行显示：1×4 汉字、1×8 汉字、1×10 汉字、1×12汉字、1×16 汉字、1×20 汉字、1×24 汉字等，最大可达 48 汉字。

2 行显示：2×4 汉字、2×8 汉字、2×10 汉字、2×12汉字等，每行最大可达 24 汉字。

3 行显示：3×4 汉字、3×8 汉字等，每行最大可达 16 汉字。

4 行显示：4×4 汉字、4×5 汉字等，每行最大可达 12 汉字。

3.2.2　LED 条屏的组网

1. LED 条屏的组网连接方式

（1）外接 5V 2A 电源供电，RS-232 通信组网（见图 3-7）

（2）外接 5V 2A 电源供电，RS-485 通信组网（见图 3-8）

（3）集中 24V 电源供电，RS-232 通信组网（见图 3-9）

（4）集中 24V 电源供电，RS-485 通信组网（见图 3-10）

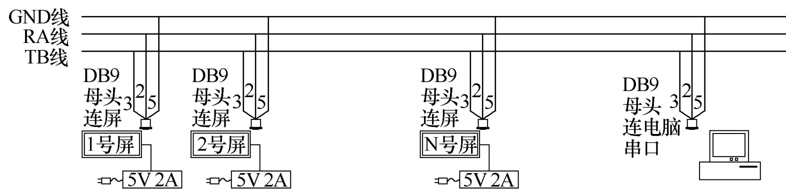


图 3-7　组网连接方式一

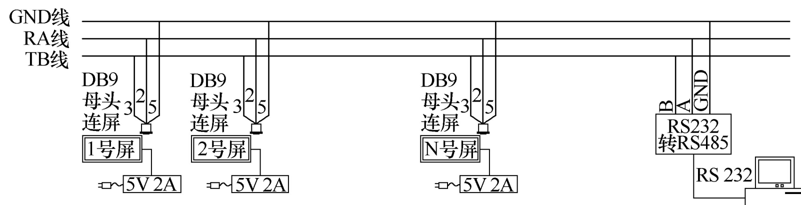


图 3-8　组网连接方式二

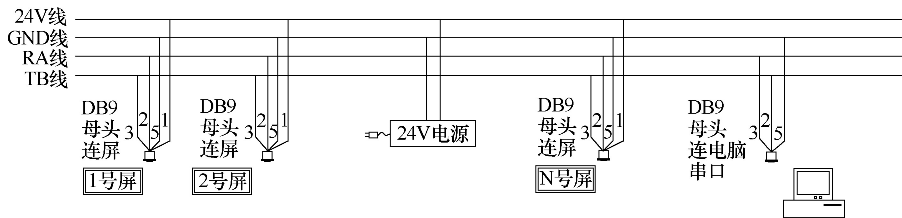


图 3-9　组网连接方式三

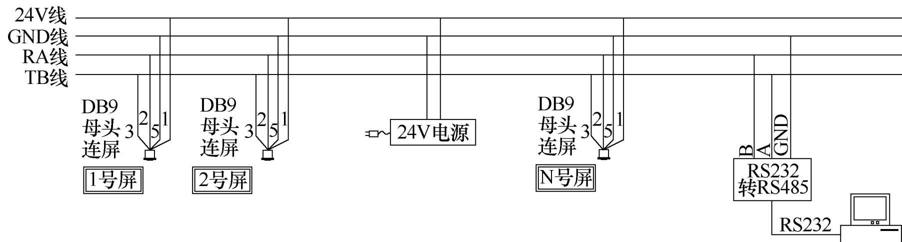


图 3-10　组网连接方式四

2. 电路接口及连接

下面介绍各个接口的功能及使用方法。

JP2、JP7：+5V（红线），GND（黑线）。

JP3：单元板使能选择，L 为低使能；H 为高使能。

JP4：RS-485 通信时，短接可选上 120Ω 终端匹配电阻。通信线连接的最后一个屏可考虑配置终端匹配电阻。

JP5：波特率选择，K2 为高位，K1 为低位。短接为 1（默认出厂配置为 9600bit/s）

K2，K1 =0，0---9600

K2，K1 =0，1---19200

K2，K1 =1，0---28800

K2，K1 =1，1---57600

改变 K2、K1 选择后需重新上电，新的波特率设置才起作用。

JP6：串行通信接头，有 RA、TB、GND 三根线。

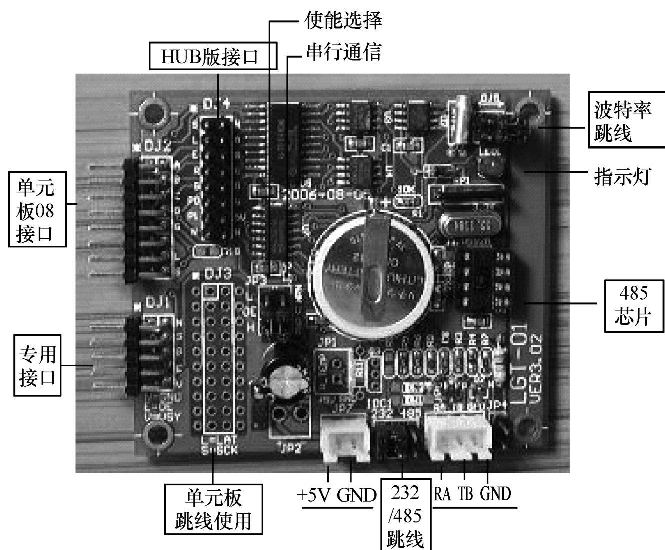
选 RS-232 时，RA 为接收，TB 为发送，GND 为地线；

选 RS-485 时，RA 为 A+，TB 为 B-，GND 为地线。

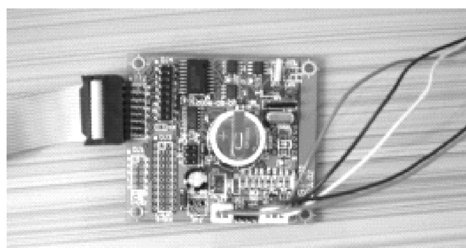
IDC1：RS232、RS485 选择。同时跳 2 个短接块。

DJ1：HC595 移位扫描的单元板接口，N 型晶体管作行管时，JP6 选 NPN；P 型晶体管作行管时，JP6 选 PNP。

DJ2：市面流行单元板通用接口（八）。单行条屏，直接使用此接口，如图 3-11 所示，其接口定义见表 3-7。



a) 单元板接口功能



b) 单行条屏接口连接

图 3-11　通用接口单元板功能及连接

表 3-7　接口定义

接口标准	脚数	接 口 定 义	名　　称
通用接口（八）	16	2 A B C D G1 G2 L S 16 1 N N N O R1 R2 N N 15	N = 地（GND）；L = 锁存（LAT 或 HS）；S = 时钟（CLK）；O = 使能（OE）；R = 红色数据；G = 绿色数据；A、B、C、D = 行地址信号

DJ3：空的 IDC20 位，用户单元板接口采用非流行的通用接口（八）时，可自行在此位加焊相应的插针并飞线。

DJ4：外接 HUB 分区板。2 ~ 4 行条屏，DJ4 外接 HUB01 分区板（仅支持每个扫描区有独立的移位时钟），再连接单元板。HUB01 分区板的 DJ1 连最下（扫描区）单元板，依次类推（每个扫描区有独立的输入接头），如图 3-12 所示。

N　A　B　C　D　V　5V　N

S　L　E　R　G　P0　P1　N

注意：选择 RS-232 通信时，在不同的波特率下，最大的通信距离也不同：

9600bit/s 时，最大 30m（非屏蔽线）；

19200bit/s 时，最大 10m；

28800bit/s 时，最大 5m；

57600bit/s 时，最大 3m。

通信信号加强模块，RS-232 转 RS-485 通信距离≤1000m，如图 3-13 所示。

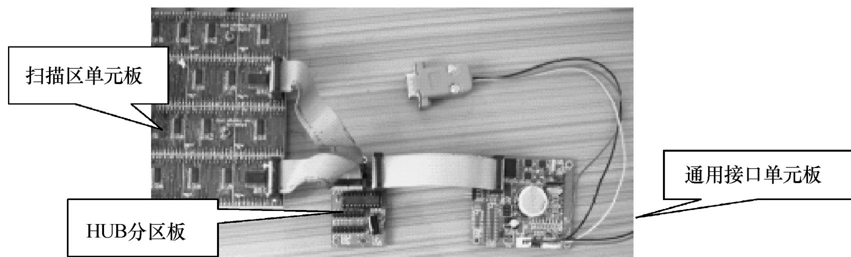


图 3-12　2 ~4 行条屏连接

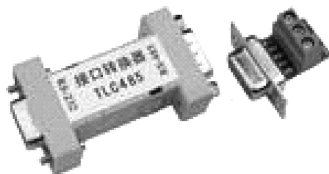


图 3-13　RS-232 转 RS-485 接口

3. 软件设置

(1) 系统参数配置

系统参数配置步骤及方法如图 3-14 所示。



a) 参数配置第一步



b) 参数配置第二步



c) 参数配置第三步

图 3-14　系统参数配置步骤及方法

（2）控制板配置参数

通信协议：RS-232 通用显示屏

波特率：9600bit/s、19200bit/s、28800bit/s、57600bit/s（默认出厂配置为9600bit/s）

屏号：1～255 号

宽度：4～48 字

高度：1～4 行

最大支持共48个汉字（16×16 点阵）（1 行，每行最大48个汉字。2 行，每行最大 24 个汉字。3 行，每行最大 16 个汉字。4 行，每行最大 12 个汉字）。

注：本系统配置参数，一旦设置，运行正常，不应再随便修改，以免影响显示的正常使用。

（3）显示格式说明

每次断电复位后，显示屏将显示约 2s 控制板参数，格式如图 3-15 所示。

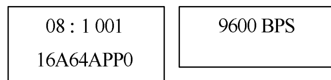


图 3-15　断电复位后的显示情况



屏幕显示字符的含义见表 3-8 和表 3-9。

表 3-8　屏幕显示字符的含义一

显示	08	1	001	16	A	64
说明	屏宽字数	屏高字数	屏号	1/16 扫描	A—双色 P—单色	亮度

表 3-9　屏幕显示字符的含义二

显示	A	P	P	0	9600
说明	A—负极性 P—正极性	A—显时钟 P—不显时钟	A—不超时复位 P—超时复位	版本号	波特率



使用 LED 条屏的几个技巧如下：

(1) 助记名称

输入给该显示屏取的名称，帮助记录。

(2) 通信屏号、屏体颜色

每一个显示屏的屏号，0 屏号为广播屏号，所有屏号的显示屏均可接收（但没有返回值）。

注：出厂时的屏号设为 1 号，需多屏连接组网时，用户可修改成不同的屏号。

(3) 宽度/字数、高度/行数

显示屏的高度、宽度大小。对于条屏而言，习惯说汉字数；对于点阵屏而言，习惯说点数。

注：进入本系统配置窗口默认的密码是“818”，设

置密码目的是为了避免人为地随意修改。

(4) 引入方式

引入方式中，00. 立即显示、01. 左移入←、02. 闪烁、03. 上展开↑、04. 下展开↓、05. 上移入↑、06. 下移入↓、07. 右闭合→、08. 左闭合←、09. 两端-中间展开、10. 中间-两端展开、11. 渐亮、12. 随机、13. 多行上移↑。

(5) 引出方式

引出方式中，00. 立即消失、01. 左移出←、02. 闪烁、03. 上闭合↑、04. 下闭合↓、05. 上移出↑、06. 下移出↓、07. 左闭合←、08. 右闭合→、09. 两端-中间闭合、10. 中间-两端闭合、11. 渐暗、12. 随机。

3.3 LED显示屏的安装与维护

3.3.1 安装施工的前期工作

1. 工程现场勘察的几个要点

(1) 确定屏体和控制室的位置

勘察现场首先要确定显示屏的安装位置，其确认的要点是在现场要确定安装在某个墙面上、梁下，柱体之间等。反映在图纸上就是在平面图上确认屏体左右的柱梁标号，在立面图上确认屏体的底部标高。控制室的位置就是要确认控制室在哪个位置。

（2）确定现场的屏体安装受力点

通过现场观察、询问甲方相关人员、查阅建筑土建相关图纸，确定屏体的承载受力点（面）。

（3）确定屏体至控制室的路由线路

通过现场观察，查阅建筑强弱电管线相关图纸，确定强弱电线缆的走向、长度，是否需要布放线槽或者线管。

（4）确定配套设备的安装

LED 显示屏的配套设备安装，主要是音箱的安装位置。

2. 工程施工价格的组成及估算要点

LED 显示屏的工程施工价格，主要是由土建基础工程、钢结构框架、外装饰工程和强弱电布线工程等四类工程价格组成。

（1）土建基础工程的价格构成

土建基础工程的价格构成有土方开挖回填、混凝土、钢筋等材料和机械、人工费用。这部分的报价是以土方、混凝土的体积为报价单位，即元/方；钢筋以重量为报价单位，即元/吨；施工的人工以天数为报价单位，即元/工日。一般估价可统一为钢筋混凝土的体积计价，可以估价在 700～1000 元之间，体积大，则价格走低。土建基础的体积按经验一般是和上部的屏体面积大致相等，例如 $40m^2$ 的屏一般基础体积大概在 $40m^3$ 方左右，实际参数需要专业设计院进行设计。

（2）钢结构框架的价格构成

钢结构框架的价格构成有钢材料、钢材料的再加工、焊接人工、辅助材料费用。钢材料及材料的再加工的报价都是以重量（吨，t）为报价单位，即元/t，焊接人工是以天数为报价单位，即元/工日。一般估价可统一为钢材料的重量计价，即元/t。钢材料一般在4500～5500元/t（根据市场价格调整），再加工一般在600～1500元/t（根据再加工方法调整），焊接人工一般在2000～3500元/t，辅助材料在500元/t左右，这样一般钢结构施工在7000～9500元/t（不含再加工）。在LED显示屏工程中，一般框架重量可以按照0.15t/m^{2}估算，如果是立柱安装，柱体按照0.4t/m估算，双柱要加倍。

（3）外装饰工程的价格构成

外装饰工程的价格构成有装饰材料、装饰人工、辅助材料费用。装饰材料、辅助材料报价是以面积为报价单位，即元/m^2，装饰人工是以天数为报价单位，即元/工日。一般估价可统一为装饰材料的面积计价，即元/m^2。铝塑板装饰一般在450～650元/m^2。LED显示屏就像一个六面体，只要计算其所有表面积减去显示面积即为装饰面积，加上15%的加工损耗即为最后的面积。

（4）强弱电布线工程的价格构成

强弱电布线工程的价格构成有线缆、管线线槽、管线线槽的安装、放线人工等费用。线缆、管线线槽及其安装都是以长度为报价单位，即元/m；放线人工是以天数为

报价单位，即元/工日。一般估价可统一为布线长度计算。由于线管、线槽的价格规格较多，安装方法不同，这部分报价难以以经验统计，只能实际计算。实际工程中，线管线槽一般可以利用弱电工程已经布好的，如果自己施工只能按照实际计算。强电线缆规格较多，市场价格变化较大，所以大截面的电缆尽量由甲方事先布放到位。弱电线缆中，8 芯网络线一般估价为 4 元/根 · m，屏蔽软电线一般估价为 10 元/根 · m，光纤一般估价 6 元/m。对于光纤每个端头需要增加 280 元的其他材料成本（熔接、尾纤等）。

3. 涉及合同中的工程相关条款的签订原则

由于 LED 显示屏工程合同的条款在很多情况下是甲方已经定好的，基本上不能有大的变动。所以工程条款的签订只能提供几个签订的原则。

（1）土建基础尽量不做

由于土建基础涉及安装地点的地质情况，基础实际尺寸和做法必须根据现场实际情况确定，所以不可预估的条件较多，没有现场实地考察，很难准确报价和预计施工工期。如果不可避免施工，只能采取较高报价。

（2）强电布线尽量不做，弱电线槽尽量不做

由于强电布线涉及规划图纸，图纸上没有设计的，有可能没有预留空间布放线槽和线管，同时电缆价格波动较大，距离长时对合同总价有较大影响。弱电线槽尽量利用已有的线槽布放，主要是因为线槽空间有可能被其他占用或不符合要求。在合同条款中可以说明要求甲方将强电线

缆拉制屏体安装处并预留足够长度，预留长度、线缆规格由乙方提供参数。

3.3.2　LED 显示屏的安装

室外 LED 显示屏面积较大，其钢结构的设计要考虑基础、风载、震级、防水、防尘、环境温度、避雷等诸多因素。钢结构内要放置配电柜、空调器、轴流风扇、照明器等辅助设备，还要有马道、爬梯等维修设施。整个户外屏结构要符合 IP65 以上的防护等级。

相对来说，安装室内 LED 显示屏要考虑的因素要少一些，主要是要固定牢固，且不得影响室内装修的整体布局。

1. LED 显示屏的安装方式

LED 显示屏的安装方式有落地式、镶嵌式、悬挂式、支撑式、支柱式和壁挂式等几种方式，见表 3-10。

表 3-10　LED 显示屏的安装方式

安装方式	安 装 说 明	图　　例
落地式	将室外屏安装在平台上或立柱上。立柱又分为立柱和双立柱，除需制作屏体钢结构外，还需制作混凝土或钢立柱，主要考虑基础的地质状况	LED 落地式

（续）

安装方式	安 装 说 明	图　　例
镶嵌式	在墙体上开洞，将显示屏镶在其内，要求洞口尺寸与显示屏外框尺寸相符，并做适当装修，为便于维修，墙体上的洞口必须是贯通的，否则需采用前拆卸机构	LED 镶嵌式
悬挂式	室内承重混凝土顶可采用标准吊件，吊杆长度视现场情况而定。室内钢梁采用钢丝绳吊装，外套与屏体钢管装饰颜色一致	LED 悬挂式
支撑式	利用特制的专用支架，将显示屏固定在支架上，这种安装方式一般用于室外 LED 屏，也可用于半户外屏。安装时，支架的基座一定要牢固	LED 支撑式一

（续）

安装方式	安装说明	图　　例
支柱式	利用特制的支柱，将显示屏固定在支柱上，这种安装方式一般用于室外LED屏，也可用于半户外屏。安装时，支架的基座一定要牢固	
壁挂式	普通悬挂适用于屏体总重量小于50kg的显示屏，可直接挂在承重墙上，无需留维修空间。旋转支架悬挂适用于重量大于50kg、屏体高度和宽度均大于1200mm的显示屏，必须安装在承重墙上，因其一般面积较大，拆装困难，所以通过屏体旋转解决维修空间	

2. LED显示屏屏体的安装步骤

（1）安装前的检查

在安装LED显示屏前，首先检查显示屏的结构是否合理，检查的内容包括以下几个方面。

1）底层的结构是否牢固。

2）结构的宽度和高度是否准确，一般比显示屏尺寸大 5 ~ 10mm 为宜。

3）方筒与方筒的距离从底层到顶层都要严格保持一致，否则屏体在安装时会产生缝隙，严重者到上层很难安装或安装不上，造成返工。

4）检查结构里面的通道位置是否合适，会不会挡住箱体的门，否则在屏体安装好以后，门没办法打开。

5）屏体两边走线的孔会不会被挡住。

（2）每一条显示屏的安装

从显示屏后面看，把编号为 1 的放在最右边，然后向左依次安装 2、3、4、5、6、7、8……号，铝型材上箭头所指示方向为上，如图 3-16 所示。换言之，按照箱体编号，从底层开始安装箱体，箱体与箱体连接。

在安装时，应注意底层一定要安装平整，然后再安装上层的箱体，在箱体和箱体连接处应打上防水玻璃胶。待整个屏体调试完毕后，屏体结构的四周再做严格的防水处理。

（3）扁平电缆的安装

除去第四杠与第五杠之间没有 26 芯电缆以外，其他杠之间都有电缆相连接。每一个驱动板与同它相邻的驱动板之间都有两条连接电缆。安装方法是将 26 芯电缆的一端，与前一级驱动板的 26 芯双排针相吻合地插入，另一端平行地插在与其相邻的驱动板的 26 芯双排针上。

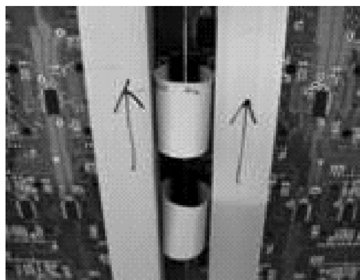


图 3-16　按照顺序安装每一条显示屏

（4）5V 电源线的连接

黑色线连接在开关电源的两个“COM”端子上，红色线连接在两个“+V”端子上，主板上的红黑电源线也同样连接，一个端子可接多条电源线，如图 3-17 所示。

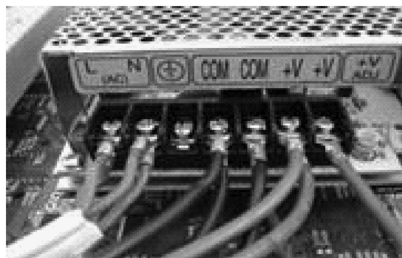


图 3-17　5V 电源线的连接

每个开关电源连接三块驱动板，其分配情况如 3-18 所示。图中“■”代表开关电源；线段“–”代表 5V 电源线。

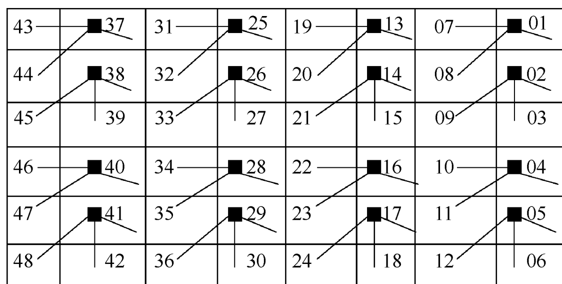


图 3-18　开关电源分配情况

（5）220V 电源线的连接

用 220V 电源线将 16 个开关电源并联在一起，每根电源线连接在“L”和“N”端子上，连接方法如图 3-19 所示。注意，断路器额定电流应不小于 20A。

（6）60 芯通信电缆的连接

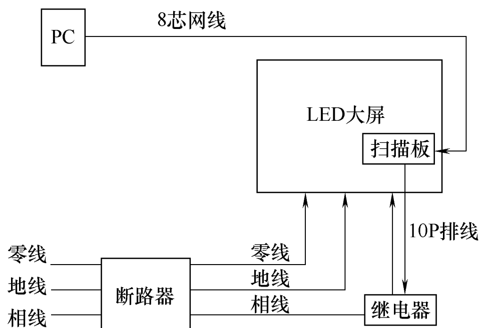
60 芯通信电缆上有 8 个带有编号的电缆接头，将编号 4－1 的电缆接头与编号 4－1 的主板相连接，依照此顺序将 8 个电缆接头同 8 个主板号码对应地连接在一起，如图 3-20a 所示。编号 4－1 与编号 8－1 之间有两个可对接的接头，将其连接上，如图 3-20b 所示。

（7）铝材间夹板的安装

夹板的作用是调整显示屏正面的平整度。安装时有螺钉头的一面面向安装人员，将其铁板平行，另一个铁板垂直放置，从两个铝杠之间插入，再转动使其与前面铁板平行，将螺钉拧紧即可，如图 3-21 所示。

43	37	31	25	19	13	07	01
44	38	32	26	20	14	08	02
45	39	33	27	21	15	09	03
46	40	34	28	22	16	10	04
47	41	35	29	23	17	11	05
48	42	36	30	24	18	12	06

a) 接线图



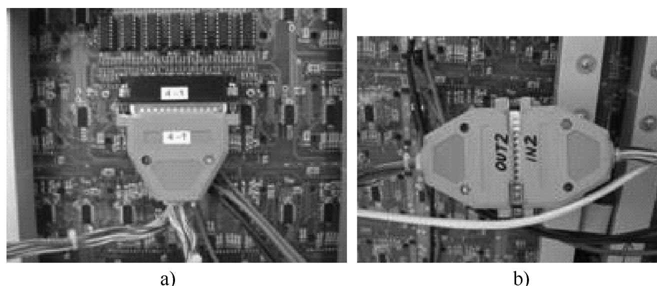
b) 示意图

图 3-19　220V 电源线的连接

3. 计算机与 LED 屏的连接

（1）5 类双绞线连接

计算机与 LED 显示屏同步显示所需要的控制系统，采用 5 类网络双绞线作信号线。系统由安装在计算机上的多媒体显卡和发送卡以及安装在显示屏显示单元箱体内的接收卡组成，如图 3-22 所示。



a)　　　　b)

图 3-20　通信电缆的连接

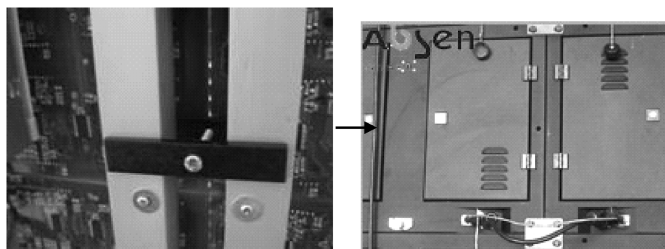


图 3-21　铝材间夹板的安装

（2）多模光纤信号线连接

实现计算机与 LED 显示屏同步显示所需要的控制系统，采用多模光纤作信号线。系统由安装在计算机上的多媒体显卡和带多模光纤转换的发送卡，以及安装在显示屏显示单元箱体内多模光纤转换板和接收板组成，如图 3-23所示。

（3）单模光纤信号线连接

实现计算机与 LED 显示屏同步显示所需要的控制系

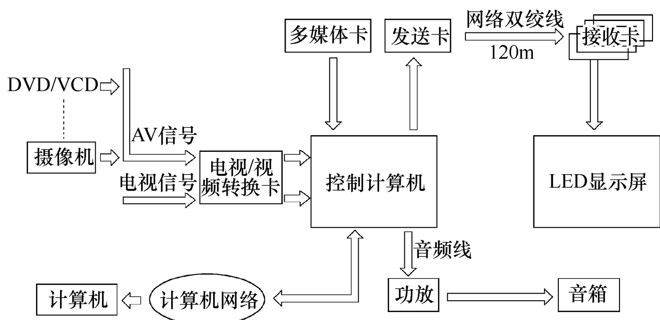


图 3-22　计算机与 LED 屏采用 5 类双绞线连接系统图

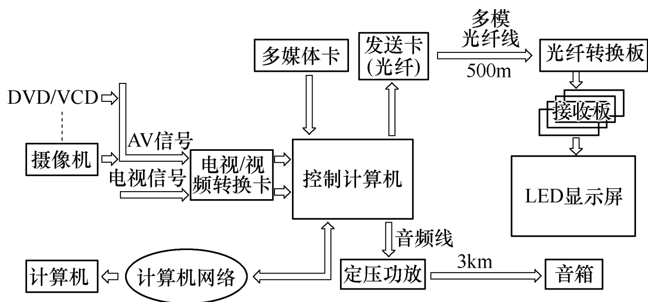


图 3-23　计算机与 LED 屏采用多模光纤信号线连接系统图

统，采用单模光纤作信号线。系统由安装在计算机上的多媒体显卡和带单模光纤转换的发送卡，以及安装在显示屏显示单元箱体内的单模光纤转换板和接收板组成，如图 3-24所示。

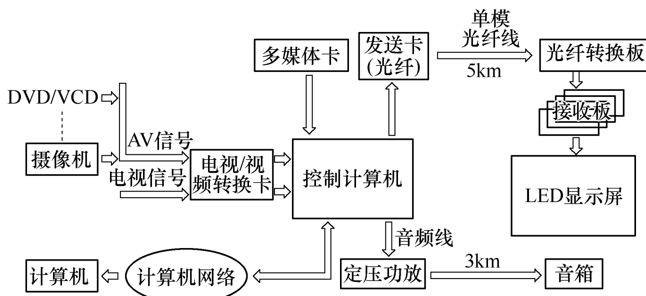


图 3-24　计算机与 LED 屏采用单模光纤信号线连接系统图

3.3.3　软件安装与调试

1. 显卡驱动的安装

断开计算机电源，打开主机箱后盖，将显卡插入 AGP 插槽；打开计算机电源，启动计算机，等计算机运行稳定后，将配套的显卡驱动光盘放入光驱。按计算机提示安装显卡驱动。

2. 发送卡的安装

显卡驱动安装完成后，关闭计算机，断开计算机电源，将发送卡插入 PCI 插槽。装上计算机后盖，按计算机与屏体的连接要求连接好相应连线。

3. LED 演播室的安装

发送卡安装完成后，打开计算机电源，启动计算机，等计算机运行稳定后，将厂家提供的演播室光盘放入光驱，安装提示即可安装演播室。

4. Ledpara 安装

LED 演播室安装完成后，接着运行 Ledpare. exe 进行安装。

5. 设置与调试

（1）LED 显示屏安装完成之后，应仔细检查一遍 220V 电源线。在检查 220V 电源线时，应从屏体内部到外部电源总开关逐条线仔细检查。检查是否有线头脱落，接触不良和短路现象，若有如上问题逐一排查解决。确认无误后，可通电设置和调试显示屏。

（2）启动计算机，设置显卡的方法如图 3-25 所示。

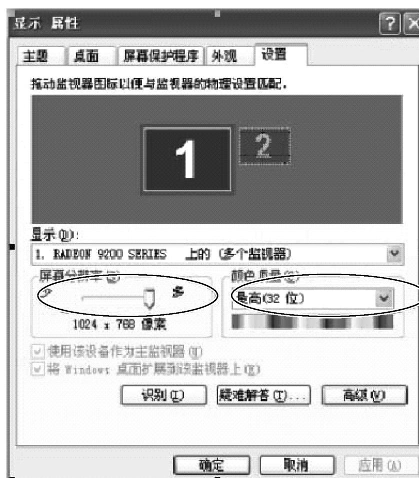


图 3-25　设置显卡

设置适合的屏幕分辨率。将计算机的分辨率设置为 60Hz 或者以上。点击“高级”设置，对监视器的刷新频率进行设置，刷新频率设置为 60Hz，如图 3-26 所示。

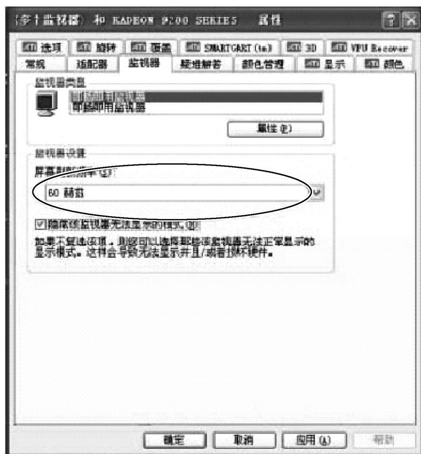


图 3-26　设置刷新频率

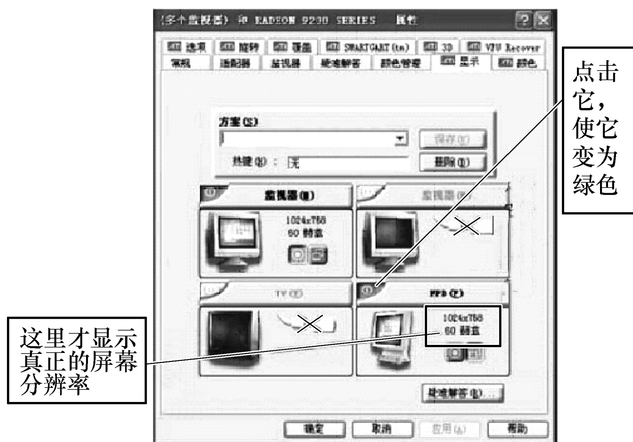
点击“显示”选项，点击 FPD 使之变成绿色。

（3）设置复制模式完全相同。打开 FPD 并行通信口。点击“覆盖”，在出现的窗口中点击“复制模式选项”按钮后，然后选中“全部相同”，如图 3-27 所示。

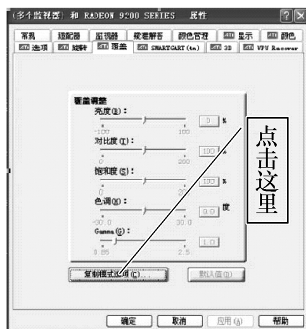
（4） ATI 显卡设置

ATI 显卡设置（PCI- E 插槽）如图 3-28 所示。

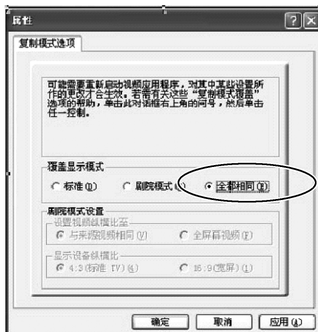
（5）安装 LED 显示屏播放软件



a)



b)



c)

图 3-27　设置复制模式完全相同



图 3-28　ATI 显卡设置

设置完成，即可安装 LED 显示屏播放软件。

（6）调试

显示屏控制调试及文件播放可参考厂家系统型号的说明书进行调试。



（1）LED 显示屏使用注意事项如下：

1）开屏时，先开机，后开屏。关屏时，先关屏，后关机。

2）开关屏时，间隔时间应大于 5min。

3）计算机进入工程控制软件后，方可开屏通电。

4）避免在全黄状态下开屏，因为此时系统的冲击电流最大。

5）避免在计算机没有进入工程控制软件等程序、计算机未通电、控制部分电源未打开等三种失控状态下开屏，因为此时系统的冲击电流最大。

6）计算机系统外壳带电，不能开屏。

7）环境温度过高或散热条件不好时，应注意不要长时间开屏。

8）显示屏体一部分出现一行非常亮时，应注意及时关屏，在此状态下不宜长时间开屏。

9）经常出现显示屏的电源开关跳闸现象，应及时检查屏体或更换电源开关。

10）定期检查屏体挂接处的牢固情况。如有松动现象，应注意及时调整，必要时可重新加固或更换吊件。

11）根据显示屏体、控制部分所处环境情况，应避免虫咬，必要时应放置防鼠药。

（2）LED显示屏软件操作注意事项如下：

1）对应用程序、软件安装程序、数据库等软件应进行备份。

2）熟练掌握安装方法、原始数据的恢复与备份。

3）掌握控制参数的设置、基础数据预置的修改。

4）熟练使用程序、操作与编辑。

5）定期检查病毒，删除无关的数据。

6）LED显示屏应落实专职人员管理；非专职人员，不能操作软件系统。

第 4 章
LED 发光字制作技术

4.1 LED 发光字基础知识

4.1.1 LED 发光字的种类和优点

LED 发光字，顾名思义就是采用 LED 为光源制作的发光字体。LED 发光字以其白天美观、夜晚亮丽、省电节能、环保耐用的诸多优点，广泛应用于楼宇、宾馆、酒店、超市、商场、广场、机场、医院、花园小区、河堤桥梁、园林景点等室内外场所。

1. LED 发光字的种类

LED 发光字的种类见表 4-1。

2. LED 发光字的优点

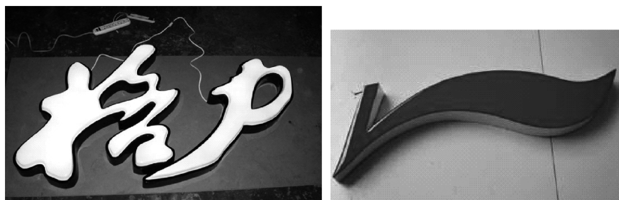
LED 发光字以其动静结合的显示方式、丰富多变的显示内容［显示部分可以是文字（如楼宇标识），也可以是图形（如企业 LOGO），如图 4-1 所示］、较低的运营成本、高安全性的设计和高使用寿命，极大提高了广告投资

商的投资回报率，使得广告商以及广告客户通过有限的资金，即可演绎无限的精彩的广告内容，从而最大限度地发挥了广告媒体的优势（尤其是户外广告媒体），真正地实现了广告投资商和广告用户的双赢。

表 4-1　LED 发光字的种类

分类标准	种　类	说　明
根据 LED 的安装工艺不同	LED 外露发光字	也称为 LED 外置发光字
	LED 内置发光字	
	LED 通体发光字	包括 LED 浇铸发光字、LED 树脂发光字、LED 液态发光字等
	LED 冲孔发光字	
根据 LED 安装的载体不同	LED 铁皮发光字 LED 吸塑发光字 LED 液态发光字 LED 不锈钢发光字	
	LED 单色发光字	包括红、黄、白、绿等
	LED 双色发光字 LED 变色发光字	
	LED 七彩发光字 LED 动态发光字	可实现渐变、跳变、色彩闪烁、色彩变化等效果

除了有较好的广告效益以外，LED 发光字还有以下的优点：



a) 文字显示　　b) 企业LOGO显示

图 4-1　LED 发光字丰富多变的显示内容

1）以灵活多变方式代替传统霓虹灯及其他室内外标牌、照明系统。

2）节能省电，运营成本低。产品功耗小，只有传统霓虹灯的十分之一。

3）强有力的视觉冲击力。色彩丰富，字体、图案、动画可随意制作。

4）防风、防水、防尘，可全天候运行，不受恶劣气候条件影响。

5）高亮度。产品亮度超过目前其他所有照明设备。

4.1.2　常用 LED 发光字的技术优势

1. LED 树脂发光字的技术优势

LED 树脂发光字主要应用于户外招牌，尤其对于楼顶大型广告牌的应用拥有独特优势。也可用于店头招牌、大楼墙面招牌等。其工作电压为 AC 12V 50～60Hz，损耗

功率为20～50W/m^2，工作温度为－30～55℃，颜色范围为红、黄、蓝、绿、白、七彩等。

1）字体可任意大小。字体规格从十几毫米到十几米随心所欲，任何字体均可一次快速成型；且大号字体可中空制作，轻巧灵便。

2）字体厚度优势。LED树脂发光字在保证其表面发光均匀的前提下，可使字体厚度达到2cm且亮度很高，这一点目前只有LED树脂发光字可以做到。

3）坚固耐用。字体不用打磨、抛光、上漆，表面光滑如镜，色彩明亮，高强度、长年不褪色；且字体全部为一个整体，密封性好，放入水中无任何影响。

4）色彩艳丽。字体能做到黑字发白光、发红光，金字发红光、发黄光，白字发循环七彩光等效果，可按客户要求的颜色进行调色。

5）发光均匀。字体透光性好且亮度均匀，字体颜色可随意调配而成。

友情提示

LED树脂发光字由于采用了LED倒置发光折射原理，与其他发光字光折射原理有很大不同，所以字体表面发光时的光均匀度也产生了很大的变化，得到了最大程度的光均匀度，如图4-2所示。

6）省电安全。光源采用LED模组，节能环保安全，工作电压控制在12V，完全符合国际标准。



图 4-2　LED 树脂发光字

2. LED 吸塑发光字的技术优势

1）外观形状接近于亚克力字，但外表更加光洁如玉，富有质感和层次感，字的边、面、轮廓均可任意制作不同色彩，可制作仿玉、仿玛瑙、仿象牙、仿宝石、仿金等奇特效果。

2）白天色彩鲜艳，赏心悦目，通电时七彩缤纷，令人称绝的是晚上停电时自动发光（处在黑暗的环境中不用电也能自动发光），看起来别具韵味，可以全天候发光，如图 4-3 所示。

3. LED 外露发光字的技术优势

用 LED 防水灯串做户外发光字，在铁皮或不锈钢板、铝板进行间隔打孔安装防水 LED 灯珠，将字串连接好，可用控制器实现扫描、流水等效果，如图 4-4 所示。

LED 铁皮外露发光字的最大优点是安装方法简单、成本较低。在铁皮或其他材料钻孔，把 LED 一个一个地



图 4-3　LED 吸塑发光字



图 4-4　LED 铁皮外露发光字

插进去，分别将所有正极连在一起，负极连在一起，连接到专配的 LED 电源即可。

4. LED 亚克力吸塑发光字的技术优势

LED 亚克力发光字由压克力面板、发光字箱体和发光字光源三部分组成。

亚克力板具有良好的适印性和喷涂性，采用适当的印刷（如丝印）和喷涂工艺，可以赋予亚克力制品理想的表面装饰效果。用亚克力制作广告用品，不仅款式精美，

经久耐用，而且具有环保作用，其辐射线与人体自身骨骼的辐射程度相差无几。亚克力最早出现于美国，目前已占据整个国际市场的 70% 以上。

友情提示

与传统的有机材料相比，亚克力除了无与伦比的高光亮度外，还有下列优点：

1）韧性好，不易破损。

2）修复性强，只要用软泡沫蘸点牙膏就可以将表面擦拭一新。

3）质地柔和，冬季没有冰凉刺骨之感。

4）色彩鲜艳，可满足不同品位的个性追求。

亚克力板材经过加温吸塑或加压形成的吸塑字，以前是在字内装霓虹灯管，现在的内装光源一般为 LED，如图 4-5所示。



图 4-5　LED 亚克力吸塑发光字

5. LED 玛瑙立体发光字的技术优势

LED 玛瑙立体发光字采用空心人造玛瑙为字体，装

配 LED 作光源，具有外观漂亮、立体感强、光彩柔和、省电耐用的特点，克服了吸塑字笨重的感觉和霓虹灯远距离模糊不清的缺点，是目前市场潜力最大的发光字新产品。

空心人造玛瑙字体，一次成型，不用修边，不用打磨，不用喷漆，表面光亮如镜。不论是什么字体都可以独立成字，颜色可根据客户需要随心所欲制作，可做成通体发光字、双色多色通体发光字、金色通体发光字、银色通体发光字、黑字通体发光字（黑变白、黑变红、黑变七彩、金变红、金变黄……）及各类双色字，白天清晰美观，夜晚炫彩亮丽，如图 4-6 所示，是目前市场潜力最大的发光字新产品。



图 4-6　LED 玛瑙立体发光字

友情提示

新型玛瑙立体发光字，白天为普通字体或图案，夜晚通电后字体或图案可发射出赤、橙、黄、绿、青、蓝、紫

等有色光芒，五彩缤纷、绚丽多姿，是传统霓虹灯和吸塑字的理想换代产品。

4.2　LED 发光字的设计

4.2.1　LED 发光字设计的要求及原则

1. LED 发光字设计的基本要求

利用 LED 应用技术制作 LED 发光字时，除了要考虑 LED 发光字的稳定性之外，还要根据产品的要求来确定 LED 的发光角度、亮度以及管与管之间的波长是否在允许的范围内。只有合理地选择不同规格的 LED，才能确保产品质量达标，同时使产品成本降至最低。

LED 发光字设计人员除了应该具有一定的绘画基础外，还必须具备一定的工程制图知识。

LED 设计效果图的表现好坏，是能否承接这一工程的关键。到了放样阶段，美工人员绘制的效果图一般已得到客户认可，从图上可清晰地看到 LED 的组合造型和反映的色彩效果。

（1）新颖、独特的设计理念

就视觉效果而言，进行 LED 发光字艺术设计的目的是通过装饰照明作用，制造愉悦气氛，使人产生良好的视觉环境和心理效果。在日常生活中，LED 发光字的表现形式可谓多种多样，有的高大庄严，颇显气势恢宏；有的

精巧别致，倍感玲珑剔透；有的变化莫测，犹如缥缈梦幻；有的形态独特，让人为之惊叹；又有的情趣盎然，令人赏心悦目。一个优秀的设计方案，来源于创作时的灵感，而这些灵感，无不显示出设计人员对专业知识的精通，对主题思想的独特理解。

（2）形式与内容的完美结合

随着社会和科技的发展，随着人们审美观念的更新，千篇一律的设计显然是不行的。没有创意就谈不上创新，创意需要形式来表现，创新需要内容来填充。在 LED 广告字的设计中，形式与内容的结合仍然是设计者创作的基本要求和法则。

友情提示

LED 发光字的设计及制作是一门技术、更是生活的艺术。我们学习发光字设计与制作，需要多看、多思、多做，反复如此，并最终在技艺上有所创新。

应用技巧

现在，对于 LED 广告字的设计，已不是简单的“灯管怎么排”、“底板上什么色”、“带不带扫描”、“是否加边框”等老一套内容，而是应该更多地考虑形式与内容的完美结合问题。例如：

- 在整体造型上是否新颖、合理？
- 在构图上是否主题突出、且分配恰当？
- 光源在亮度、光色、光影对比上是否协调？

- 位置的分布是否合理?
- 直射、透射、漫射的层次和方向以及强弱（甚至眩光）是否合理?
- 控制方式及程式的方向与速度选择是否科学、合理?
- 字体与周围建筑环境、景观文化是否融洽?
- 制作、安装、维护是否方便?
- 工程造价是否合理?
- 使用过程中有无安全性保证?
- 是否符合有关标准、政策、法规?

2. LED 发光字设计的原则

（1）文字设计要给人一种新鲜感

LED 发光字首先要与周围的“环境”有所区别，因为文字的主要功能是向阅读者传达作者的想法和各种信息，要达到这一目的，必须给人以清新的视觉印象。但设计时避免繁杂、零乱，要让人易记、易懂、易认，不能和整个作品的风格特征冲突，如图 4-7 所示。

（2）文字设计要给人一种美感

在视觉传达的过程中，文字作为画面的形象要素之一，具有传达感情的功能，因而它必须具有视觉上的美感，能够给人以美的感受。字型设计良好，组合巧妙的文字能使人感到愉快，留下美好的印象，从而获得良好的心理反应，进而在广告上停留更长的时间。LED 广告字如果文字排列组合不得当、拥挤杂乱、缺乏视线流动的顺



图 4-7　LED 发光字设计示例（一）

序，就会影响字体的美感，也不利于人们有效地阅读，这样就难以产生良好的视觉效果，如图 4-8 所示。



图 4-8　LED 发光字设计示例（二）

（3）文字设计要富于创造性

根据作品主题的要求，突出文字设计的个性色彩，创造与众不同的独具特色的字体，给人以别开生面的视觉感受，有利于作者设计意图的表现。设计时，应从字的形态特征与组合上进行探求，不断修改，反复琢磨，这样才能创造出富有个性的文字，使其外部形态和设计格调都能唤

起人们审美的愉悦感受。

（4）文字设计要有个性

文字的设计要服从于作品的风格特征。文字的设计不能和整个作品的风格特征相脱离，更不能相冲突，否则，就会破坏文字的诉求效果，如图 4-9 所示。



图 4-9　LED 发光字设计示例（三）



一般说来，文字的个性大约可以分为以下若干种。

- 端庄秀丽。
- 格调高雅。
- 华丽高贵。
- 坚固挺拔。
- 简洁爽朗。
- 现代感强。
- 视觉冲击力强。
- 深沉厚重。

- 具有重量感。
- 庄严雄伟。
- 不可动摇。
- 欢快轻盈活泼。
- 跳跃明快。
- 节奏感和韵律感强。
- 生机盎然。
- 苍劲古朴。
- 朴素无华。
- 造型奇妙。

3. LED发光字的组合技巧

文字设计成功与否，不仅在于字体自身的书写，同时也在于其运用的排列组合是否得当。要取得良好的排列效果，关键在于找出不同字体之间的内在联系，对其不同的对立因素予以和谐的组合，在保持其各自的个性特征的同时，又取得整体的协调感。为了造成生动对比的视觉效果，可以从风格、大小、方向、明暗度等方面选择对比的因素。

为了达到整体上组合的统一，又需要从风格、大小、方向、明暗度等方面选择协调相同的因素。将对比与协调的因素在服从于表达主题的需要下有分寸地运用，能造成既对比又协调，具有视觉审美价值的文字组合效果。

友情提示

设计者在进行文字设计组合时，要注意以下几个

问题。

(1) 符合人们的阅读习惯

文字组合的目的，是为了增强其视觉传达功能，赋予审美情感，诱导人们有兴趣地进行阅读。因此在组合方式上就需要顺应人们心理感受的顺序。

人们的一般阅读顺序：水平方向时，人们的视线一般是从左向右流动；垂直方向时，视线一般是从上向下流动；大于 45°斜度时，视线是从上而下的；小于 45°时，视线是从下向上流动的。

(2) 认真领会字体的外形特征

不同的字体具有不同的视觉动向。例如：扁体字有左右流动的动感，长体字有上下流动的感觉，斜字有向前或向斜流动的动感。因此在组合时，就要根据不同字体视觉动向上的差异，进行不同的组合处理。比如：扁体字适合横向编排组合，长体字适合作竖向的组合，斜体字适合做横向或倾向的排列。合理运用文字的视觉动向感，有利于突出设计的主题，引导观众的视线按主次轻重流动。

(3) 要有一个设计基调

对作品而言，每一件作品都有其特有的风格。在这个前提下，一个作品版面上的各种不同字体的组合，一定要具有一种符合整个作品风格的设计倾向，形成总体的情调和感情特征。不能每种文字自成风格，各行其是。总的基调应该是整体上的协调和局部中的对比，在统一之中又具有灵动的变化，从而产生对比和谐的效果。这样，整个作

品才会有视觉上的美感，符合人们的欣赏需求。除了以统一文字个性的方法来实现设计的基调外，还可以从方向性上来考虑文字统一的基调，以及运用色彩方面的心理感觉来达到统一基调的效果。

(4) 注意负空间的运用

在文字组合上，“负空间”是指除字体本身所占用的画面空间之外的空白，即字间距及其周围空白区域。文字组合的好坏，很大程度上取决于负空间运用得是否得当。字的行距应大于字的间距，否则观众的视线难以按一定的方向和顺序进行阅读。不同类别文字的空间要作适当的集中，并利用空白加以区分。为了突出不同部分字体的形态特征，应留适当的空白，分类进行集中。

在有图片的版面中，文字的组合应相对较为集中。如果是以图片为主要的诉求要素，则文字应该紧凑地排列在适当的位置上，不可过分变化分散，以免因主题不明而造成观者视线流动的混乱。

4.2.2 LED发光字工程的设计步骤

1. 调研

调研阶段主要根据广告客户的要求以及广告位投资方需要满足的功能来确定设计规模；全面了解牌面各构图元素的特征、功能、风格、社会历史背景、牌面材质等，特别是了解设计师的创意和设计意图，使设计确定的照明风格与环境相统一；另外，设计人员还要考虑到现场条件，

如当地人们对色彩的喜爱、风俗习惯、电力供应等情况。

2. 分析

根据调研阶段得出的设计思路来确定 LED 照明工程中需重点表现的内容，突出照明中的个性；确定主要和次要的观测点，确定整体指导思想，包括整个牌面的亮度分布情况及色调。

3. 设计构思

在设计构思阶段，应考虑亮（照）度水平，根据被照表面的材料、背景亮度、光源的特性等，参照国际照明委员会（CLE）推荐的相关照度进行设计。在施工照明时，要严格按照相关标准进行安装与调试。

4. 方案设计

设计人员绘制出相应的效果图及设计方案，供广告客户及有关部门进行审核。

5. 施工图绘制

电气设计工程师根据设计方案，进行设计程序中最后一个步骤，绘制施工图。

6. 施工

当所有的设计程序完成之后，组织安装人员根据施工图纸进行施工。在施工的过程中，安装人员应严格执行有关规范、标准和设计文件，及时制订切实可行的施工步骤、施工方法和技术质量保证措施。同时，严格按照有关的规定和客户的特别要求，做好工程的检查验收工作。

4.2.3 LED发光字效果图设计

1. 设计步骤

LED发光字效果图的设计一般采用的软件有PS和coreldraw，采用这两种软件来设计发光字，可以打造发光字白天和晚上不同的效果。具体的设计方法是：

1）新建图层（根据需要来建立新的图层，例如600×800或是1200×1600）。

2）打字（输入需要的字，选择好字体，例如输入“教学楼”，字体为黑体），确定字的大小。

3）使用工具给字体描边（颜色为白色或者是淡淡的黄）+阴影+外发光字。

4）给设计的字加外框，使用‘矩形选框工具’拉框，用‘油漆桶’填色。

2. 发光字设计的几点要求

（1）颜色。例如，发光字的底板想要制作成什么颜色，哪种颜色的广告效果比较好？一般来说，设计的颜色要与行业的特点结合起来。一般家居类行业使用白色的比较多，户外门头招牌和楼顶上使用红色的比较多；医疗行业使用绿色的比较多；科技类行业使用蓝色的比较多。

（2）字体。字体要有一定的艺术气息，可以加入行业的特点。儿童类的发光字，其字体可以设计活泼一点、生动一点；事业单位的发光字，字体要规范、正规、大气。

（3）大小。在设计发光字的时候，根据效果确定字

体的大小，广告字不易太大，太大的话感觉不好，太小的话又不能够让人看到。要考虑中远距离的传达效果，使其具有良好的可视性和传播效果。例如，某卖场在车流量极大的街道或者公路旁，建议把店招字体做到最大，内容尽量单纯，方便开车的顾客在较快的行驶速度下也能看清。

（4）内容。发光字的内容设计要做到简洁突出。简明扼要的发光字不但令消费者过目不忘，还能达到良好的交流目的。

4.3　LED 立体发光字的制作

LED 立体发光字一般采用亚克力板材作为面板，配以高强度的铝制壁板，里面装上 LED 光源，形成了今天的新型立体发光字。也可采用铝型材、不锈钢或铁皮来制作 LED 立体发光字。

LED 立体发光字的最大特点：一是夜晚字体明亮醒目(采用超亮度 LED 发光源，使用寿命长)；二是立体感强(壁板放得越厚，立体感越强)；三是色彩鲜明（板材可任意挑选，壁板与面板颜色可随意组合)，如图 4-10 所示。

4.3.1　LED 光源的选用

由于安装完成的 LED 发光字维修极为不便，为降低维修成本，要求光源具有较长寿命。因此，制作 LED 发光字时，应尽量选用性价比最好的 LED 作为光源。



图 4-10　LED 立体发光字效果图

1. 亮度的选用

不同规格的 LED 有着不同的亮度。LED 的亮度不同，价格也不同。用于发光字的 LED 应符合镭射等级Ⅰ类标准。注意：比较亮度一定要在相同驱动电流的条件下举行。

2. 抗静电能力的选用

抗静电能力强的 LED，寿命长，因而价格高。通常抗静电大于 700V 的 LED 才能用于制作 LED 发光字。

LED 的失效规律符合“浴盆曲线”，造成早期失效概率大的一个重要因素就是静电。而静电对 LED 的损伤又不是立竿见影，而是先使 LED 漏电，慢慢熄灭甚至失效。也不是所有的 LED 一接触静电就会失效，它只是使 LED 的失效概率大大增加。

3. 波长的选用

波长一致的 LED，颜色一致，如要求颜色一致，则价

格高。没有 LED 分光分色仪的生产商很难生产色彩纯正的产品。

4. 工作电流的选用

LED 具有单向导电性，如果有反向电流，则称为漏电。漏电电流大的 LED，寿命短，价格低。

除功率型 LED 外，一般超高亮 LED 的极限工作电流都是 30mA，按电子行业的“规矩”，实际应用时只能用到极限值的 60%，才能保证正常的性能和寿命。也就是说，超高亮 LED 的正常工作电流最好在 18mA。但由于绝大多数 LED 的光电参数是在 20mA 下测试的，因此，很多企业在设计产品时，都把 LED 工作电流设计到 20mA，这已经稍稍“违规”了。事实上，我们平常使用的彩屏手机、PDA、数码相机等很多运用白光 LED 作背光照明的产品，都将 LED 电流设定在 15～18mA，因而才很少有损坏的。如将 LED 工作电流提到 80mA 甚至 120mA 以上，LED 也不会马上就烧坏，只是亮度会迅速衰减。特别是采用 $\phi 5$ 草帽型 LED，因其散热效果较差，更应控制电流。

5. 发光角度的选用

目前，用于立体发光字的 LED 光源主要食人鱼和小草帽两种。一般来讲，$\phi 3$ 和 $\phi 5$ 头的食人鱼发光角度为 90°和 120°左右。食人鱼发光模组适用于字墙高度在 8～10cm 间的发光字，在这种距离下应用在吸塑字上的食人鱼发光模组，光线完全可以辐射开。不但节省了模组数

量，经屏幕亮度计测试，对光强的利用率也恰到好处。

对于字墙较矮的吸塑发光字和雕刻发光字，可采用发光角度在160°左右的平头食人鱼模组和小草帽发光模组。较大的光辐射面积可以使模组用量降低，而较矮的字墙又提高了字体的发光亮度。两者有机地结合起来，遵循了能量守恒定律，也体现了正确选择LED的重要性。

友情提示

在使用LED发光模组的过程中，一定要注意电压降的问题。千万不要只做一条回路，从首串联到尾。这样做不仅会使首尾之间由于电压不同而导致亮度不一致，还会产生单路电流过大烧毁线路板的问题。正确的做法是尽量多并联些回路，以保证电压和电流的分配合理。另外，字腔内部如需使用防腐材料，最好是用白色底漆，以增加其反光系数。

6. 芯片的选用

目前，LED芯片厂家、成品封装厂非常多，质量、价格千差万别，它们都会有自己的市场，也都可以用。一般来说，日本、美国的晶片较贵，国产的晶片价格相对较低。

晶片的大小以边长表示，大晶片LED的品质比小晶片的要好。价格同晶片大小成正比。

7. 胶体的选用

LED的普通胶体一般为环氧树脂，加有抗紫外线及

防火剂的 LED 价格较贵，高品质的户外 LED 发光字应选用抗紫外线及防火的胶体。

8. 可靠性的选用

每一种 LED 产品都会有不同的设计，不同的设计适用于不同的用途。LED 的可靠性设计方面包含电气安全、防火安全、适用环境安全、机械安全、健康安全、安全使用时间等因素。从电气安全角度看，应符合相关的国际、国家标准。

4. 3. 2　LED 限流电阻的计算

在设计 LED 发光字时，由于使用到的 LED 比较多，必须对 LED 内部串联限流电阻予以计算。其计算方法如下。

首先，确定 LED 需要的导通电流。设导通电流为 I_1，LED 的导通压降为 U_1。

其次，确定供电电压。设供电电压为 U。

根据下面的公式就可计算出限流电阻的大小

$$R = \frac{U - U_1}{I_1}$$

式中，U 和 U_1 的单位是伏特（V），I_1 的单位是安培（A），R 的单位是欧姆（Ω）。

举例说明：常用直径 5mm 的 LED 灯，导通压降大约为 2V，导通电流为 20mA，如果用 5V 电源供电，则应该串联的限流电阻为

$$R = \frac{5-2}{0.02}\Omega = 150\Omega$$

4.3.3 LED 字体的制作

LED 发光字按其造型可分为平鼓字、尖鼓字和圆鼓字 3 种，其他的造型基本上都是从这三种演变过来的。例如尖鼓可演变成菱形，圆鼓可演变成弧形，只是刀具的选择、下刀的深浅不同，字的造型也就截然不同。

1. 平鼓字的制作

把所要做的字样用复写纸描在密度板上，四边各留 5cm，在手动雕刻机上安上相应的直刀，沿字的外线开出模具（内部走里线，其他走外线）。模具开出后，用锉刀把模具挫平整。然后再用锉刀和砂纸把字的阴阳模的各边及各角磨成圆弧状，注意一定要圆滑、均匀。最后用砂纸磨平。

也可用电脑雕刻机刻模具，加工到高度后，将高棱角处理圆滑即可。

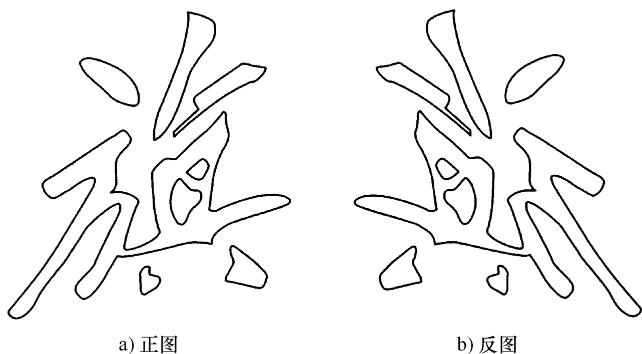
制作字体时需要拷制反图，下面简要介绍其方法。

若条件允许，最简便的方法是采用计算机刻字机直接获得反图。方法是：先将文字或图案通过扫描仪扫描后输入计算机，经过刻字软件特殊处理后变成一个轮廓矢量图，修正放大至加工要求的尺寸后变为反图，再由刻字机以笔代刀，将其输出。

如刻字机的幅面不够，也可采用几部分拼接，需在拼

接处各做三处或以上相同的记号。建议在刻绘时选择慢速档和“顺序输出”；注意所用纸张必须平整，没有皱折，走纸必须平行；如发生夹纸现象，要及时按暂停按钮，以免烧坏电动机。

设计人员使用功能齐全的刻字软件，在计算机屏幕上既能纵观到整体的彩色效果，又能进行图形的扫描、绘制、修正、测量和翻转输出。目前，刻字机已成为减轻劳动强度、直接获得较精确的正反图的好帮手，如图 4-11 所示。



a) 正图　　　b) 反图

图 4-11　正图和反图

2. 尖鼓字的制作

1）同平鼓字的制作方法相同，只是各边及各角暂不磨成圆弧状。

2）加高、成型。根据字的大小、笔画的宽窄，以最

宽笔画算，从第二层算起划一条中间线，看两侧的倾斜度是否为90°直角，以此角来定位加高的厚度，然后选择适当的45°斜角刀安在多功能铣床上，字面朝下开出尖鼓，用502胶水或三秒胶水在打出尖鼓的各部位滴上胶水，使其坚硬些，不至于压制时损坏模具。没有出现尖的部位，该加高的加高，该修理的修理到位。特大字买不到刀具只能手工来做，修理成形。

3. 圆鼓字的制作

1）同平鼓字的制作方法相同，只是各边及各角暂不磨成圆弧状。

2）加高、成型。所加高的厚度要跟字的大小成比例、协调一致，做出来的东西才美观，步骤与尖鼓字制作大致相同，只是刀具用的是圆角刀。

4.3.4　LED模组的预算与安装

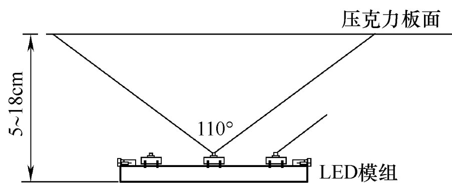
1. LED模组数量的预算

采用等间距排布，在计算机上模拟LED模组分布，初步预算所需LED模组数量。模组间距可视亮度需要在3~6cm之间，发光字的厚度可选择5~18cm之间，如图4-12所示。

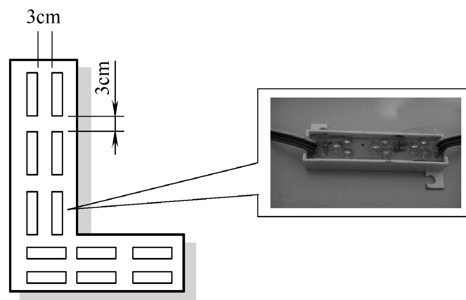
平头食人鱼光源，建议字槽的高度应该保持在5~8cm。

3cm食人鱼光源，建议字槽的高度应该保持在6~10cm。

5cm食人鱼光源，建议字槽的高度应该保持在10~15cm。



a) 模拟可视亮度



b) 模拟模组分布排列

图 4-12　预算 LED 模组数量

为保证发光强度的均匀，在排布 LED 模组时，注意发光模组应均匀、合理地分布；建议排列时采用错行排列，模组呈棱形式分布，这样连接导线无需折弯。

2. 安装模组

1）清洁安装表面；

2）用双面不干胶粘在模组底部；

3）均匀排布，接好连线；

4）装上字槽面板，并测量效果；

5）最终成品，如图 4-13 所示。



图 4-13　安装模组后的成品字

应用技巧

安装 LED 模组时，必须注意以下几点：

（1）LED 模组的极性。灰色线接电源正极，白色线接电源负极。每回路模组数量为 30 个。

（2）亚克力透光盖板离 LED 模组的垂直高度应大于 5cm，小于 18cm，以避免在盖板表面产生光斑现象或光暗现象；亚克力板不同材料的透光率及散光性对高度及均匀性有很大影响，需注意选择。

（3）工作电压。LED 模组的电压与开关电源的电压应一致。

（4）粘贴牢固。安装 LED 模组时，要求采用双面胶或木工胶，使模组卡槽与吸塑底板牢固粘贴。在使用双面胶时，可视情况再加打玻璃胶，否则在室外阳光长时间照射下，会造成模组脱落。必要时用螺钉固定。

（5）电线长度。电源线长度尽可能短（建议不超 3m），超过 3m 应适当增加线径。

（6）使用环境。不防水系列户外应用时，槽形字须做好防水措施。

（7）工作温度和工作湿度。工作温度：－40～80℃；工作湿度：<75%（长期），<90%（非长期）。

4.3.5　电源的选配与安装

1. 选配电源

选配电源时，耗电总功率可按照下面的公式进行计算：

预算的 LED 光源模组数量×单个模组的功率×
1.30（实践安全系数）= 耗电总功率

例如：工程使用 1000 组白光；即 1000×0.24W×1.30 = 312W，配 300W 电源 1 台或者 150W 电源 2 台。

建议购买质量可靠、稳压性能良好的普通开关电源或防水开关电源。检测输出电压小于或等于 12V（DC≤12V），能有益于保证 LED 光源的正常使用寿命。

2. 安装电源

LED 发光字安装完成后面，可在能够防水的位置安装合适的电源控制器并接通电源。如果需要变换发光字的颜色和发光效果，还要安装专用的编程控制器。

电源引入点尽量选在整条 LED 的中心位置，保证整条 LED 发光亮度均匀，并防止局部 LED 发热严重，以至造成 LED 加速衰减。

对电源引入处的钻孔，要通过去毛刺、打磨等工序处理，使其孔洞光滑，并加装防护套，以保护电源线。

一般来说，开关电源与发光字之间的电源主线距离控制在 8m 以内。直流电源主线使用 2.5mm^2 铜芯线或 1.50mm^2 以上的铜芯双色花线。市电主线使用 2.5mm^2 以上的铜芯线。

安装布线要求规范，达到防水、防火要求。

安装使用“时控开关”，可使 LED 发光字能够定时有序地工作。

接线的基本步骤是：发光字内部电源线路连接→发光字与发光字之间的线路连接→开关电源→总闸开关→时控开关→市电 220V。

LED 发光字配电箱通常有两种：户外使用的防水电箱和室内使用的普通电箱。

普通开关电源与时控开关安装在户外时，一定要安装防水配电箱。防水配电箱可以自制或购买，在设计时要保证干燥通风。

友情提示

在制作、安装和使用 LED 发光字时，必须注意以下问题：

1）光源选择视字形（体）的实际大小而确定。在使用光源聚光时，要求发光字边带高度为 8～15cm；使用光源散光时，要求发光字边带高度为 5～10cm。

面板与 LED 颜色搭配的一般方法是：红板——红光、黄板——黄/白光、蓝板——蓝/白光、绿板——绿/白光、乳白板——白光/全彩光。

2）在制作发光字的外壳过程中，一定要注意防水。因为 80% 以上的 LED 发光字工程均安装于户外，在没使用 LED 防水光源时更要注意，在边带四周要用粘胶打糊，以防渗进水对 LED 光源造成不良影响。

3）安装排布 LED 光源时，一般采用网状交错布列 LED 光源，以免出现发光黑斑或者发光不均匀现象。字体无金属条时，建议安装前先用热融枪打上塑料胶液，后用玻璃胶固定（其他粘胶均不太理想）。

4）LED 光源的接插部位不要滴上 502 胶水。因为 502 胶水的渗透性很强，有可能 502 胶渗透进 LED 以后引起一层粘胶绝缘膜，不利于导线金属接触，也不利于维修。近年来正规大厂基本上都生产焊接连线 LED 光源，不存在滴胶情况。

5）采用多控多回路供电线路。所谓多控多回路，是指在每串 LED 光源两端或其他位置同时连接直流电源线，把整个发光字的电源线路形成一个整体，假设中间没有任何部位接触不良，电路正常接通均不会影响 LED 正常发光，可以保证无需维修。

6）LED 发光字制作基本完成后，晚上亮灯进行检查发光字边带四周是否有透光小孔或漏洞，发现小孔或漏洞问题及时用粘胶堵塞，以防渗进水对 LED 光源造成

不良影响。

7）发光字不可以连续工作24h以上，否则会影响到LED的使用寿命。

8）字体安装时，要轻拿轻放，不要撞击字体。

4.4 LED金属发光字制作

4.4.1 前期设计

一个比较完整的LED发光字造型设计，一般包括绘画字体并进行字体孔位排列、制作效果图、绘制施工图等几个步骤。

1. 绘画字体和排孔

（1）绘画字体

字体的绘画可用软件Coreldraw9、Coreldraw12和易字软件EZLetter3.0进行绘画，绘画时，字体尺寸既可根据客户提供的字样及尺寸制作，也可按客户要求设计并自定义字体及尺寸（注：在设计字体的时候应尽量选择方正、工整的字体，便于排孔，一般可选用方正系列字体或黑体）。

易字系统适用于LED发光字、树脂通体发光字、吸塑立体字、亚克力围边字、铜字、铁皮字和不锈钢字的制作，主要包含易字软件EZLetter3.0和易字打印机两部分，如图4-14所示。使用易字系统制作发光字只需要简单的3

个步骤。



图 4-14　易字系统的组成

第一步，输入图形文件，并进行简单的设定。将要做字的图形文件输入易字软件中，易字软件会自动计算出要折弯和剪齿的位置、角度以及方向，并通过易字打印机在不干胶卷纸上打印出来。

第二步，将已经打印好的不干胶卷纸贴在做字的材料上，就可以快速精确地剪齿和折弯。

第三步，把相关的 LED（发光二极管）按字的模板排好，接通电源就可以了。

采用易字系统做字，大大节省了制作时间，提高了制作精度。

（2）孔位排列

利用 Coreldraw12 等软件排列孔位，注意根据实际需要制作像素点距，最后效果图如图 4-15a 所示，如为全彩，则其效果如图 4-15b 和 c 所示。

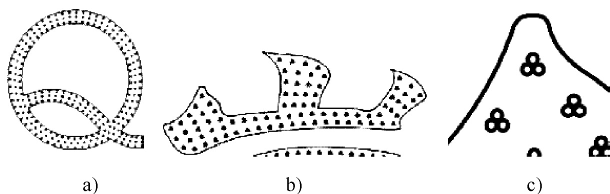


图 4-15　孔位排列效果图

2. 制作效果图

效果图的制作分为动态效果图和静态效果图两种。

（1）静态效果图可用软件 Photoshop 或者 Coreldraw 制作，一般在现场抓拍到的照片上进行效果制作，制作后的效果比较接近安装后的效果，但不能动态变换。

（2）动态效果图采用软件 Flash 或者 Photoshop cs2 版本以上制作，可以显示出 LED 灯光变化的效果，在变化比较繁琐的时候采用 Flash 制作，当变化简单的时候可以采用 Photoshop 或者 Flash 制作。

3. 绘制施工图

根据实际情况，和客户协商之后用画图软件（AutoCAD、Photoshop、Coreldraw 等）绘制，在施工图上应该体现安装时的具体位置、尺寸、材料等，应尽量详细，如图 4-16 所示。

4.4.2　材料加工

字体选用铁壳字，铁壳字材料通常选用镀锌板材，板材型号分为 0.6mm 镀锌板和 1.0mm 镀锌板两种，铁壳字

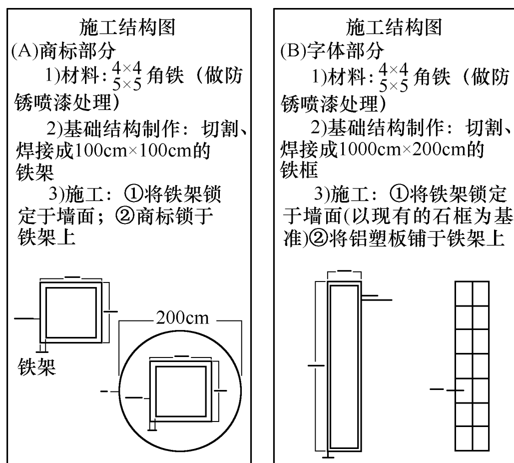
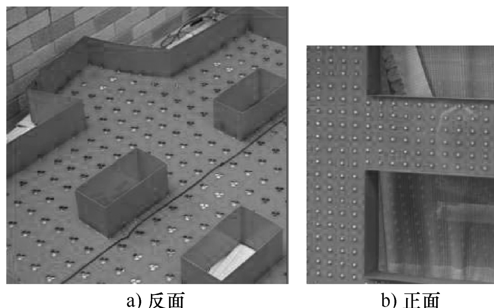


图 4-16　施工图示例

边缘有包边，包边尺寸后面突出 7cm、前面突出 1cm，与字体焊接在一起，如图 4-17 所示。



a) 反面　　b) 正面

图 4-17　铁壳字边缘包边处理方法

1. 字体加工

（1）冲孔及切割　批量制作，有条件可采用数控冲床冲孔及切割，如图4-18所示。若没有冲床设备，也可采用人工的方法加工制作，即用电钻钻孔（ϕ9mm），钻孔的间距根据户外牌子安装的高度和制作成本而定，一般LED中心间距为10～30mm，间距越小，亮度越高，成本越高。钻孔完毕，采用钢锯切割字体。



图4-18　用数控冲床冲孔

（2）焊接　将已经加工好的字体用氩焊、锡焊或电焊焊接。

（3）上漆　对焊接完毕的字体进行手工喷漆或烤漆。

2. 绝缘导线的选用

一般选用铜芯线作为LED户外广告的主电源线。铜芯线有单芯、2芯和3芯等，可根据需要选用。

导线截面选择有3个依据：电流、电压降、机械强度。

1）通过计算，根据电流来选择导线截面，并根据线路的不同敷设方法，环境温度等因素来综合选择绝缘导线。



500V 护套线（BW、BLW）的允许载流量见表 4-2。

表 4-2　500V 护套线（BW、BLW）的允许载流量

（单位：A）

截面积/mm^2	一芯		二芯		三芯	
	铝芯	铜芯	铝芯	铜芯	铝芯	铜芯
1.0	—	19	—	15	—	11
1.5	—	24	—	19	—	14
2.5	25	32	20	26	16	20
4.0	34	42	26	36	22	26
6.0	43	55	33	49	25	32
10.0	59	75	51	65	40	52

2）如遇到供电电源线较长的地方，先依据电流选择出导线截面，再进行电压降计算，规范要求压降必须小于5%。电压降过大将影响广告牌亮灯效果，甚至影响正常亮灯，如计算出电压降≥5%时，必须提高导线截面积，使之符合要求。

3）对于室外架空线敷设，必须考虑机械强度，不管其电流再小，铜导线横截面积必须≥2.5mm^2，铝导线横截面积必须≥4mm^2。

3. 控制单元选用

控制单元采用全彩 LED 控制系统。

4. 电源的选用

（1）配电箱设置　一般设置两种配电箱。

1）户外设置防水变电箱。

2）室内设置普通配电箱。

（2）防水 LED 电源功率的计算　例如，输出电压为 5V 30A 的电源可以安装 LED 灯的数量为：

$$30 \times 0.8/0.16 = 1500 \text{个}$$

即大约相当于 75 串防水 LED（20 个一串）。因此，实际施工时，一般 1000 个 LED 用一个电源。

5. LED 防水灯串的选用

LED 防水灯串是相对于传统的霓虹灯、灯箱、路牌和磁翻板及 LED 显示屏以外的一种全新的集广告、装饰和美化环境于一身的户外显示媒体，户外招牌和户外发光字，如图 4-19 所示。

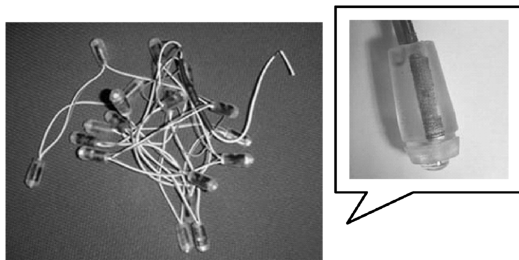


图 4-19　LED 防水灯串

额定直流电压为 5V，使用相当安全。

LED 灯串颜色：红、黄、金黄、蓝、绿、白、紫、橙、双色、七彩、全彩等。

4.4.3　插灯与配线

LED 防水灯串的外壳采用 PVC 材料（抗 UV）制作，全密闭封装，除 LED 发光部分外全部封胶处理，保证了产品的防水性，可在全天候条件下工作。LED 防水灯串一般为 20 颗或 5 颗一串，其工作电压为 DC 5V，工作电流为 15～18mA。组装灯串时必须注意 LED 正、负极的正确连接。

1. 单色灯串的安插

单色灯串的组装包括单色灯串的插灯和配线。

单色灯串的插灯和配线比较简单，把钻好的孔清理干净，逐一插灯。在插灯的时候，把灯插入字当中相应的孔即可。

接线时，可按顺序连接。注意所有灯串的正极或负极尽量在一起，以节省配线时电线的使用量，同时保证接线美观。把所有正极接在一起，再引出正极线；把所有负极接在一起，再引出负极线。实际效果图如图 4-20 所示。

2. RGB 灯串轮廓的安插

RGB 灯串每三个孔一组，三个灯珠呈品字排列，红色灯珠插在最上面，在字的正面蓝色在“品”字排列孔的左下位置，绿色在右下位置，如图 4-21 所示。安装完

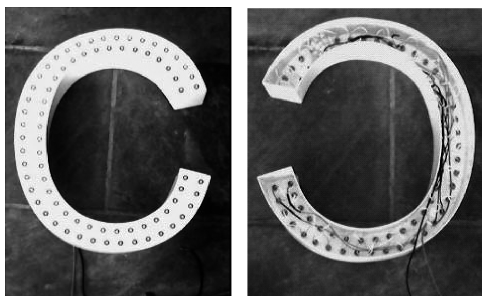


图 4-20　单色灯串安装效果图

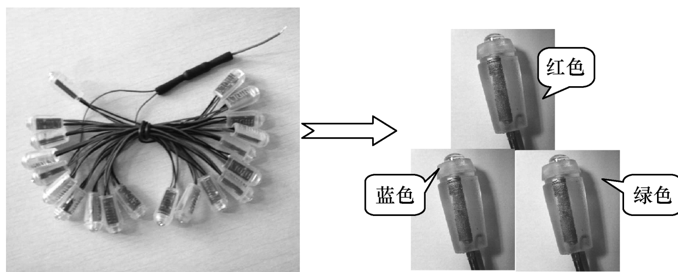


图 4-21　RGB 灯串品字排列示意图

成后的实际效果图如图 4-22 所示。

3. 全彩四段字体的安插

（1）字体的划分　把整个字从上到下分成四段，每段之间用笔在字的背面标出分界线，并标出段数。然后进行插灯和配线。

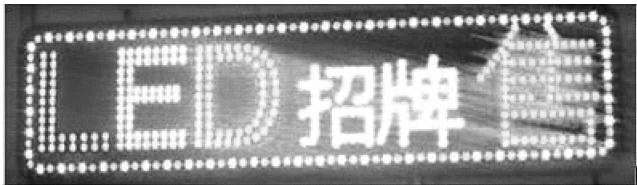


图 4-22　RGB 灯串轮廓效果图

（2）灯串的插装　全彩灯串的插装和 RGB 灯串的插装一样，但要注意灯串要在每段之内，不能跨越两个段，如图 4-23 所示。

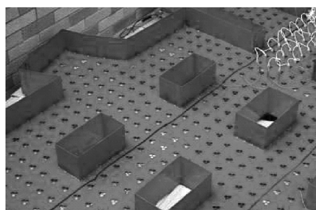


图 4-23　全彩灯串的插装

（3）灯串的配线　在给灯串配线时，只要注意“字分四区、每区四线、线分正负、正极相连”的要领即可。经过测试所有灯串点亮正常，把各个灯串用扎带分别扎起来固定，然后在接线部分打上防水胶，灯串的安插就完成了。

全彩四段的实际效果图如图 4-24 所示。

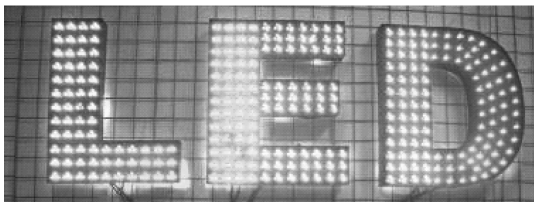


图 4-24 全彩四段字体的实际效果图

4.4.4 控制系统连接

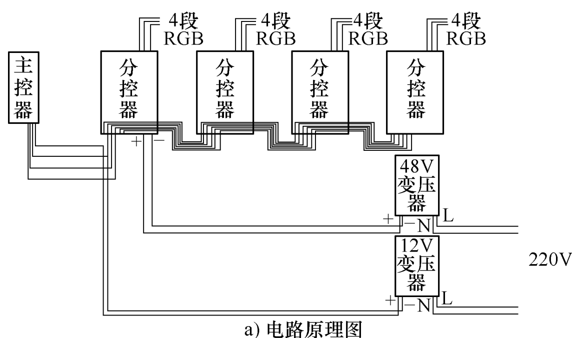
当整个字体分成几段进行颜色变换的时候，可使用全彩控制系统进行控制，它分为主控器和分控器两种，在编完控制程序之后，把程序输入主控器，由主控器控制整体颜色的变换。

整个控制线路的连接情况如图 4-25 所示。

通电试验，如发现个别灯不亮，请用力挤压 LED 灯和座，如还不亮，请更换 LED 灯（用钳子把 LED 灯珠拔出来）。

测试老化的方法是：把所有的 LED 连好之后，检查处理不亮的，然后进行老化测试 48h，如图 4-26 所示。

最后，把制作好的字体运输到现场，搭脚手架进行现场安装。



a) 电路原理图



b) 实物图

图 4-25　全彩控制系统控制线路的连接

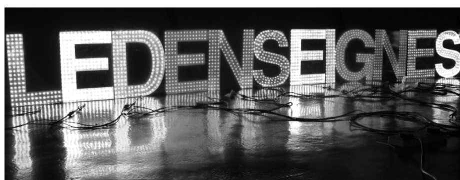


图 4-26　通电测试老化

友情提示

楼顶LED发光字的安装一般采用吊装的方法，即由专业人员把需要安装的发光字送到高空现场，再由施工人员现场安装。

4.5 特大绕边LED发光字制作

4.5.1 特大绕边LED发光字介绍

1. 特大绕边LED发光字的优点

1）结构牢固，安全可靠。LED特大字一般应用于20层以上楼顶的大型广告牌，而且特别要考虑整个广告牌的结构抗风载问题，这是最为关键之处，如图4-27所示。



图4-27 特大绕边LED发光字

字体用铝板做成，高散热、全防水的光源模块固定其上，字体背后采用镀钢架骨架，只要制作安装合理，就不

可能发生字体或光源部分的脱落现象。因此，特大字具有重量轻、结构牢固、超高防水的特点，使其完全可以在 9 级台风环境下正常工作。

2）字体可任意做大。字体由铝板拼接而成，字体背后有骨架支撑，所以不存在尺寸上的局限，完全可以想做多大就做多大。

3）任意颜色互变。光源模块安装在字体背后，只露出 LED 灯头。所以，字体烤漆的颜色决定字体白天颜色，夜晚字体为黑色，光源发光颜色决定夜晚颜色，从而实现“白天一个色，夜晚一个色”的与众不同、长久如新的效果。

4）经济实惠。LED 光源仅绕字边分布，勾勒出字体轮廓，不仅具有特大字的优点而又经济实惠，成本低廉，寿命长。

5）省电节能。绕边 LED 发光字比任何一款同等亮度的广告字都节能 80% 以上。



特大绕边 LED 发光字的劣势在于近距离观看时，光色的均匀性较差。因为光源是沿着字体笔画按点阵排布的，近距离观看时不可避免地会出现星星点点发光的效果。要改变这种劣势，可以加大光源的密度，但总体成本会偏高。

2. 制作材料

1）LED 特大绕边发光字字体的制作材料，可以采用

锌铁，也可以采用铝板，还可以采用不锈钢。

2）小型的绕边 LED 发光字的字体，可以采用亚克力等材料。

4.5.2　特大绕边 LED 发光字的制作

1. 字体制作

特大绕边 LED 发光字字体的制作方法可参照本章前面介绍的方法，首先在电脑上设计字体，然后用裁切并接好的金属板材制作字体。

2. LED 灯的安插

将 LED 灯绕字边勾勒出字体的轮廓，如图 4-28 所示。



图 4-28　绕边 LED 发光字

特大绕边 LED 发光字一般采用单色灯串。LED 灯的安插方法与 4.4 节 LED 金属发光字单色灯串的安插方法相同。

应用技巧

1）根据字的形状，可以将 LED 绕边安装在金属字槽上（或槽内）。

2）由于字体结构为金属材质，因此所有字体要与大楼的接地线相连接，这样才能抗雷击、防静电。

知识窗

LED 发光字制作中的常见问题及解决方法见表 4-3。

表 4-3　LED 发光字制作中的常见问题及解决方法

序号	常见问题	故障现象	解决方法
1	LED 使用寿命短	发光字使用一年左右就开始频繁更换 LED 模组，给客户和广告制作商都带来了很多麻烦和经济损失	购买正规厂家生产的合格 LED 单颗灯粒（需有厂家提供的质量参数说明），自己制作模组。切莫在电子市场贪图便宜购买 LED 单颗灯粒或已制作好的模块 如需购买模块，应看清模块上安装了几颗电阻，安装一颗电阻的模块最好不要使用。电阻在模块中所起的是限流作用，很容易发热。长时间连续使用，一旦电阻烧坏，这个模组就不亮了。由于 LED 灯一般不会坏，因此就不要把模组扔掉，只需更换一只相同阻值的电阻即可正常使用。这样，可为制作单位节省开支 为了减少麻烦、节省开支，最好选用安装有两颗电阻的模组。另外，对制作模组的供应商的生产设施要有所了解，看其在制作模组时是否采用了防静电设施。如果没有附加防静电设施，在使用中即使电阻没有被烧坏，LED 灯也很容易被击穿损坏

（续）

序号	常见问题	故障现象	解决方法
2	颜色衰减非常快	刚安装好的发光字发出的颜色纯正明亮，可使用不到一年，颜色就明显黯淡下来了。字体变得红不红、绿不绿，非常难看	白色LED灯在出厂前都要经过分光分色（没经过分光分色的LED，有的发出的光是纯白、有的偏蓝、有的发黄），分光分色仪价格昂贵，一般的小厂没有该种设备，所以生产的白光一般都是拿到大厂进行分光分色的。对于一些大厂来说，由于不是自己厂的产品，分光分色可能就不会那么仔细。于是，有些小厂干脆就不分光分色，他们一般是以低价格来拉客户。所以，在购买白光LED时，不要一味贪图便宜，一定要购买同一厂家、同一批次、同一色号的LED发光管单颗粒灯或模组来制作同一批次的发光字
3	颜色不匀，色差明显	这主要表现在纯白色LED制作的体积较大的发光字上。在装配时，单个模组表现不明显，整个字体装配完整后，色差就明显表现出来了，整个字面像地图一样，一片白、一片蓝、一片黄	LED灯的安全使用电流一般为20mA，超过这个数值，虽然亮度会增加一些，但是颜色的衰减会明显加快。所以，在购买已组装好的LED模组时，一定要测试它的输出电流值。低于20mA时亮度不够，超过22mA时将影响LED寿命，使颜色衰减加快

（续）

序号	常见问题	故障现象	解决方法
4	某笔画或整体突然不亮	发光字在使用一段时间后，局部笔画或整个字体光源开始出现闪烁、时亮时不亮，直至完全不亮	现在市场上销售的发光模组，大多是利用插接线连接的。这样，广告制作商在安装发光模组时方便快捷，但是也出现了一些新的问题，由于插接件在长时间使用过程中受空气中的潮气侵蚀，容易氧化导致接触不良，使局部或全部电路瞬间断电或彻底断电，导致字体光源闪烁或不亮。可解决的办法为：第一，制作模块时不用接插件，直接用铜镀锡导线连接后再用活性炭焊锡焊牢。第二，采用人造玛瑙制作全密闭的空心立体发光字，隔绝光源与空气的接触
5	节能效果不明显	字体输出功率较大，省电节能不明显	尽量采用五颗灯一组的 LED 发光模组，这样灯的数量没有改变，而功率则减少了 2/5

第 5 章 LED 灯箱制作技术

5.1 LED 电子灯箱的制作

LED 灯箱采用宽广视角的高亮度 LED 为光源，以各地都能购买到的装饰装潢材料为箱体，只要简单的制作工具（如电烙铁、手电钻、冲击电钻、热熔胶枪等），制作速度快，工艺简单。LED 灯箱的颜色鲜艳、醒目，白天夜晚效果都很好，是今后几年很有发展潜力的户外广告品，如图 5-1 所示。

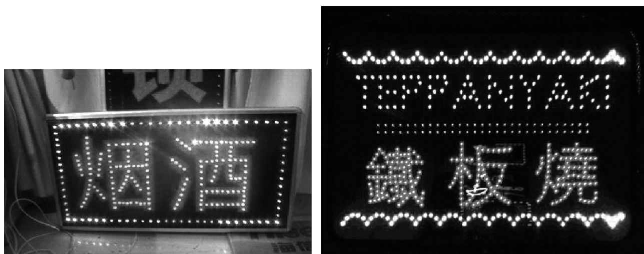


图 5-1 LED 灯箱示例

5.1.1　所需器材及工具

1. 灯箱制作材料

1）外框：外框一般用铝合金型材来制作，如图 5-2 所示。

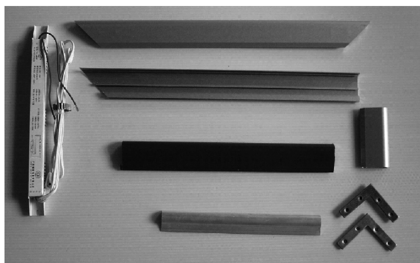


图 5-2　灯箱铝合金型材

2）LED 光源：选用高亮度 LED（根据设计需要，选择单色、七彩的 LED），例如 ϕ5mm 红色、ϕ5mm 绿色、ϕ5mm 蓝色、ϕ5mm 黄色、ϕ5mm 白色等。LED 有两个引脚，这两个引脚的长短不一样，对于新的 LED，长的引脚为正极，短的引脚为负极；靠近缺口的引脚是负极，如图 5-3 所示。

3）电阻器：用于帮助 LED 分担电流，以免电流过大损坏 LED。串联用的电阻一般选用 2 ~ 5W，电阻值为 1 ~ 9kΩ 的金属膜电阻，如图 5-4 所示。

4）面板：用于做固定 LED 的底板，选择铝塑板、



图 5-3　LED 引脚极性的识别



图 5-4　电阻器

PVC 板、亚克力板、塑料板，或其他绝缘材料均可。

5）绝缘导线：灯箱内部连接 LED 正负极的导线一般为 $0.3mm^2$ 的线芯；外接电线一般为 $0.5 \sim 0.75mm^2$ 的线芯。

6）热熔胶棒：主要用来粘合和固定 LED 发光管，如图 5-5 所示。

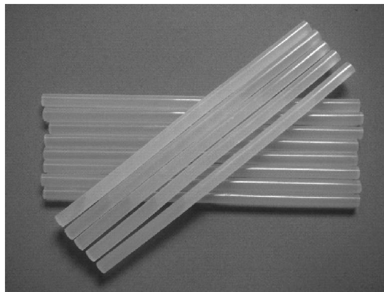


图 5-5　热熔胶棒

7）支架：一般用铝合金支架。

8）控制器：采用 LED 灯箱的专用控制器，是电子灯箱闪亮的心脏。有单路、双路等类型可选用。例如：1 路-4 路成品；5 路-8 路成品；全功能 8 路成品。

9）固定用螺钉、电工胶布；焊接用的焊锡丝。



选择面板板材的原则，主要看它是否能够防火、防水、绝缘、不易变形，厚度一般为 3mm 左右为宜。为了凸显 LED 发光管的色泽，面板最好选用深色的板材。

2. 制作工具

灯箱制作常用工具如下：

1）电动工具：手电钻（5mm 的钻头）、冲击电钻或电锤（上门安装时用）。

2）螺钉旋具（俗称螺丝刀、改锥）：十字螺钉旋具、

一字螺钉旋具。

3）电烙铁、尖嘴钳、小剪刀、热熔胶枪。

4）量具：卷尺、直尺。

5）记号笔（用于做记号）、验电笔（用于安装时验电）。

5.1.2 相关计算

1. 灯箱底板尺寸的计算

LED灯箱底板的计算方法有两种情况。

（1）模具横向或竖向分割成若干块的算法

1）用总长度减掉底板两侧的留边尺寸，等于剩下要制作模具的总长度。

2）用剩下要制作模具的总长度除以等份分割的块数，等于要制作底板模具的尺寸。

3）用总宽度减掉底板两侧的留边尺寸，等于要制作底板模具的尺寸。

4）把2）算出的尺寸减掉5cm，作为两块底板拼接时缝隙的损耗（即拼接不严的损耗）。

5）最后总尺寸的长短，由成型后的多块塑料底板拼接在一起后，在底板的两侧边上找。

（2）模具横、竖向均全部分割成若干块时的算法

1）用总长度减掉底板两侧的留边尺寸，等于剩下要制作模具的总长度。

2）用剩下要制作模具的总长度除以等份分割的块数，等于要制作底板模具的尺寸。

3）用总宽度减掉底板两侧的留边尺寸，等于剩下要制作模具的总宽度。

4）用剩下要制作模具的总宽度除以等份分割的块数，等于要制作底板模具的尺寸。

5）把 2）和 4）算出的尺寸分别减掉 5cm，是两块底板拼接时缝隙的损耗（即拼接不严的损耗）。

6）最后总尺寸的长短，由成型后的多块塑料底板拼接在一起后，在底板的两侧边上找。

2. 灯箱成形尺寸的计算

（1）成形后底板的留边尺寸在 2 ~ 3mm 左右。

（2）成形后的字，在不同情况下的留边尺寸有以下三种情况：

1）字与底板拼接时，留 3cm 左右的边。

2）字单独做箱体时，留 1mm 左右的边。

3）字压制后需要人工再围几厘米的边，字的留边尺寸为 5cm 左右。

3. 所需 LED 数量的计算

LED 与 LED 的间距标准为 8cm × 8cm，也可采用 8cm × 10cm 或 10cm × 10cm 的距离。下面以一个 1.5m × 0.5m 的四个字的灯箱为例来计算 LED 的数量。

1）35cm × 35cm 的一个字大约用 100 颗发光二极管（LED），四个字就是 400 颗。

2）灯箱外围的闪光跑边每米大约用 40 颗，一周算下来大约是 4m，就要用 160 颗发光二极管（LED）。

3）字和边共用560颗LED。在准备LED时，考虑到产品质量因素和施工时人为损坏等因素，一般准备580～600颗LED就足够了。

5.1.3　灯箱制作步骤及方法

1. 字体或图案设计

LED灯箱制作的第一步是设计灯箱的内容。需要什么字或什么图案可以通过电脑来设计，设计前需要了解灯箱的大小、长宽、厚度等。设计的第一原则是简洁，因为画面内容越繁杂，消费者的感觉越紊乱；画面越单纯，消费者的注意力越集中。灯箱字体一般用粗体字，可稍有变化，但也不宜太复杂，应符合广告的意图。

2. 打印字体或图案

字体或图案设计好后，可用不干胶纸打印出来备用。

3. 粘贴字体或图案

刚买来的铝塑板上一般都贴有一层保护膜，保护膜揭开，就露出黑色的板面，如图5-6所示。

接下来，就可将打印好的不干胶字按照顺序粘贴在黑色版面上，如图5-7所示。粘贴不干胶字时应十分小心，必须平整，不能歪斜，不能褶皱。然后在贴好的不干胶字上画线，以标明LED发光管的布局。

4. 划线

一般来说，简单的字可在笔画中间划线；复杂的字则应经过测量、仔细分析后再划线，以便插上LED后灯光

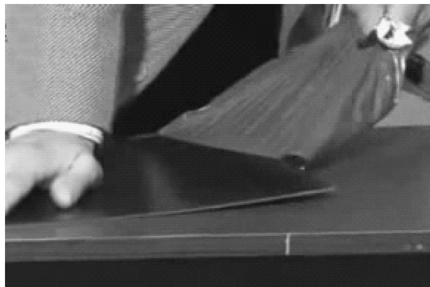


图 5-6　揭开铝塑板上的保护膜



图 5-7　粘贴不干胶字

分布均匀。注意，划线要用铅笔，这样在远处看才不会有笔迹，如图 5-8 所示。

5. 打孔

划好线后，在铝塑板上打孔。打孔所用钻头大小要与 LED 管直径基本一致，不能过大或过小。打孔时，孔和孔之间的距离要根据字的大小和 LED 的亮度来确定。一般距离为 2mm 左右，如图 5-9 所示。

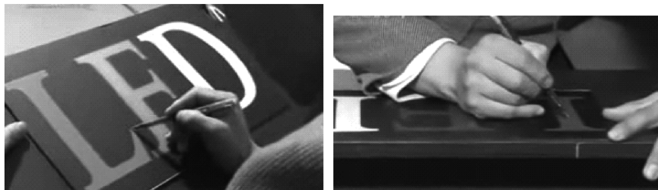


图 5-8　用铅笔在笔画上划线



图 5-9　打孔

6. 清理板面

打孔后的板面上会凹凹凸凸，不平滑，可用直尺等工具把面板上凸出的部分刮掉，再用布把面板擦干净，如图 5-10 所示。

7. 标注极性

在设计的字体上标注出正负极，一般字的起始笔画为正极，字的最后笔画末端为负极，如图 5-11 所示。如果字的中间有断开的地方，例如字中拐弯的地方，应在断点上放一根连接线，以备后用。

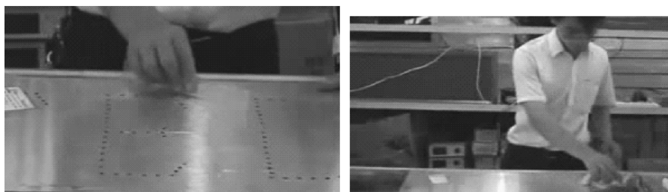


图 5-10　清理板面

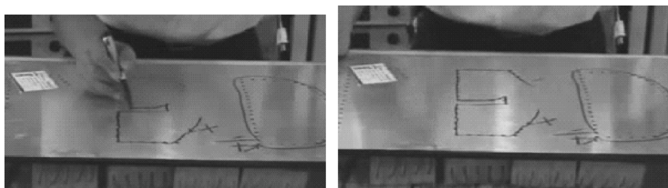


图 5-11　标注正负极

8. 插灯

按照设计要求选择发光二极管，一般要求与线条（笔画）颜色一致，如图 5-12 所示“L、E、D”三个字母应分别选择红色、绿色、黄色的 LED 管。

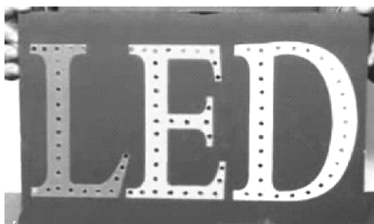


图 5-12　按照笔画颜色选择 LED 的颜色

插灯前，先把铝塑板反过来，用胶棒垫在铝塑板下面，以方便插灯，如图 5-13 所示。

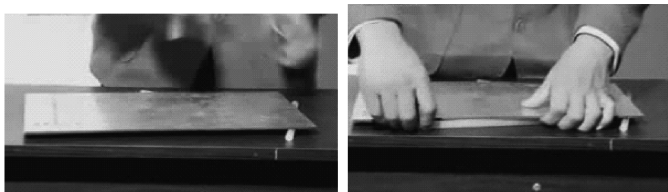


图 5-13　胶棒垫在铝塑板下面

顺着笔画上钻的小孔，依次插入 LED，如图 5-14 所示。在插灯时，应特别注意极性不能有误，一般措施是所有正极朝一个方向，所有负极朝一个方向，以便于辨认。



图 5-14　插灯

9. LED 的连接

LED 的连接方法比较简单，按照电流运行原理，前一个 LED 的负极与后一个 LED 的正极连接在一起，这样

依次按照正→负→正→负……的顺序将所有 LED 串联，每个 LED 只能串联一次。

应用技巧

LED 串联的方法是：将需要连接的每两个 LED 的正负极顺时针拧 3 圈，用力要适当，两个引脚连接，保持 LED 引脚与平面的角度在 30°左右，如图 5-15 所示。所有字体都安装完毕后，用斜口钳剪断多余的引脚，如图 5-16 所示。

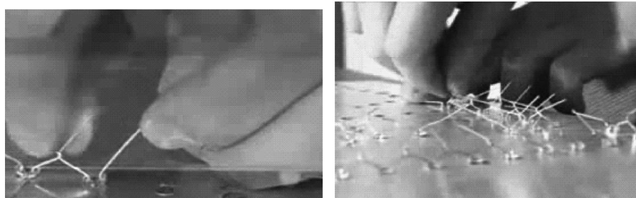


图 5-15　LED 引脚连接

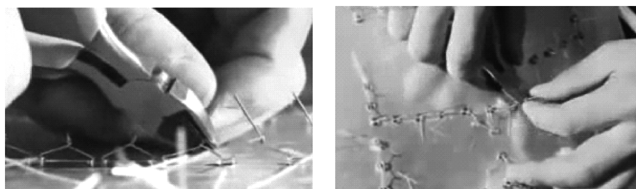


图 5-16　剪断多余引脚

10. 焊接

焊接工具采用 35 ~ 45W 的电烙铁，其方法是右手拿

电烙铁，左手拿焊锡丝，将需要焊接的引脚焊接牢固，如图 5-17 所示。



图 5-17　焊接 LED

友情提示

每个焊接点的焊接时间不要超过 3s，要带防静电手环。焊接时间太长易缩短 LED 的寿命。同时，焊接时小心高温，以免烫伤。

焊点不能太大，也不能太小，以焊接牢固不易脱落为标准，注意不能有虚焊。虚焊就是表面上看是焊接好了，但一碰就开路。焊接质量直接影响灯箱的寿命，其技术要求较高，需要反复练习，以形成技巧。

应用技巧

每个支路的第一个正极和最后一个负极此时不能焊接，因为最后还要接电阻和电源。

11. 通电测试与调试

所有的字体或图案都焊接完毕，接下来的工作就是用 LED 电子灯箱测试仪通电测试，如图 5-18 所示。



图 5-18　LED 电子灯箱测试仪的正面与背面

（1）LED 故障检测

首先将 LED 电子灯箱测试仪开关处于关闭状态，拨档开关置于复位档，然后将红色（正极）测试夹对应发光管或灯串的正极，打开电源开关，将拨档开关置于 10K（故障检测）档，手持黑色（负极）测试夹，依次或分段连接灯串引脚，当连接到某个灯管不亮时就证明前一个灯管损坏或开路。采用这种流水式排查故障的方法，效率极

高。测试完结后，将拨档开关重置于复位档。

（2）电路板漏电点检测

首先将LED电子灯箱测试仪开关处于关闭状态，拨档开关置于复位档，然后将红色（正极）测试夹连接铝塑板铝箔面，将黑色（负极）测试夹连接灯串的负极，打开电源开关，将拨档开关至于10K（故障检测）档，此时数字表如显示为“00.0”，证明此路并无漏电现象，如图5-19所示。将黑色（负极）测试夹连接下路测试，当数字表显示有数值，其中有发光管被点亮时，亮起的第一颗灯即为漏电点。每路均检测完毕再将黑色（负极）测试夹连接铝塑板铝箔面，将红色（正极）测试夹连接至灯串的正极，使用相同办法测试一遍，全部漏电点检测完毕。测试完结后将拨档开关重置于复位档。

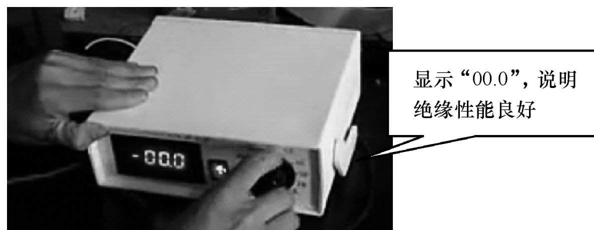


图5-19　漏电点检测

（3）配置电阻

连接好的LED通电后会正常发光，这时有可能出现电流过大的问题。如果电流过大，容易烧坏LED，因此在

连接完毕后要串联电阻，以分担 LED 的电流。

由于不同厂家的 LED 芯片不同，其内阻和电压也不相同，实际上没有精确的限流电阻配比换算方法，如：红管的电压 1.8～2.2V，单只工作时压差范围很小，但几十个甚至上百个串接起来使用时，压差就会达到几十伏，电流偏差很大，使用 LED 电子灯箱测试仪可以从根本上解决问题。

使用前，首先将 LED 电子灯箱测试仪开关处于关闭状态，拨档开关置于复位档，然后将红色（正极）测试夹对应连接到发光管或灯串的正极，将黑色（负极）测试夹对应连接到发光管或灯串的负极。打开电源开关，旋转拨档开关从复位档逐档旋向 10K、9K、8K……，当数字表显示值为 15～20mA（毫安）时，拨档开关指示的档位值，即为限流电阻匹配值。测试完毕后，将拨档开关重置于复位档。例如，如图 5-20 所示，电路电流为 15.5mA，所需要串联的电阻器为 8kΩ；电路电流为 17.2mA 时，所需要串联的电阻器为 9kΩ。



图 5-20 电路调试

友情提示

确定好电阻值后，如果用一个电阻器的阻值达不到要求，可采用多个电阻器串联或并联的方法来解决，如图 5-21 所示。电阻没有正负极之分，将电阻的一端与最后一个 LED 的负极串联起来，用电烙铁焊接牢固即可。如果使用了多个电阻器，最好是分散放置，以免热量集中在某一地方，留下安全隐患。



图 5-21　串联电阻

知识窗

限流电阻的确定

限流电阻的功率为 2～5W，电阻值为 1～9kΩ。要求把每个回路的电流控制在 15～20mA，因此每组回路究竟用多大功率和阻值的电阻，我们也可通过计算得出数值，电阻值（kΩ）计算公式为：

电阻值 =(220 − 单组灯管数 × 单只灯管工作电压) ÷18

也可以参考表 5-1 所示的经验数据选用限流电阻。表

中只列出了高亮 LED 数、蓝色超高亮 LED 数、绿色超高亮 LED 数的串联电阻值，其他颜色的超高亮发光二极管的个数和串入的电阻值可以自己试验得出，主要依据是回路电流为 15～20mA。

表 5-1　选用限流电阻经验数据

高亮 LED 数/颗	串联电阻值/kΩ	蓝色超高亮LED 数/颗	串联电阻值/kΩ	绿色超高亮LED 数/颗	串联电阻值/kΩ
25～35	9	27～31	5.5	30～35	5.5
36～45	8	32～36	5	36～40	5
46～55	7	37～40	4.5	41～45	4.5
56～65	6	41～44	4	46～50	4
66～75	5	45～48	3.5	51～55	3.5
76～85	4	49～53	3	56～60	3
86～95	3	54～58	2.5	61～65	2.5
96～105	2	59～63	2	66～70	2
106～115	1	64～68	1.5	71～75	1.5

限流电阻可采用串联或者并联的连接方法得到所需要的阻值。

电阻可以串在改组的任何两个 LED 之间。

12. 灯脚固定

通电测试正常，可用热熔胶固定 LED 引脚，将灯脚逐一粘合到铝塑板上。粘合时需要采取引脚两边粘的方

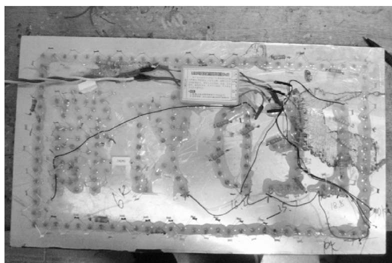
法，以保证粘接牢固，如图 5-22 所示。



图 5-22　用热熔胶固定 LED 引脚

13. 连接控制器

连接控制器是灯箱制作中最重要的工作。控制器上有详细的接线说明，一般来说，连接正极的只有一根线，本例连接方法如图 5-23 所示。



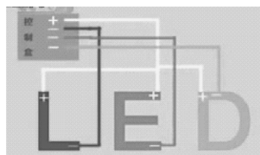


图 5-23　控制器连接

在设计制作时，有可能遇到字体或图案比较复杂，客户对图案变换效果要求比较高（例如需要具有跑边效

果)，如图 5-24 所示为采用 5 路控制器进行跑边控制的接线图，可供读者制作时参考。

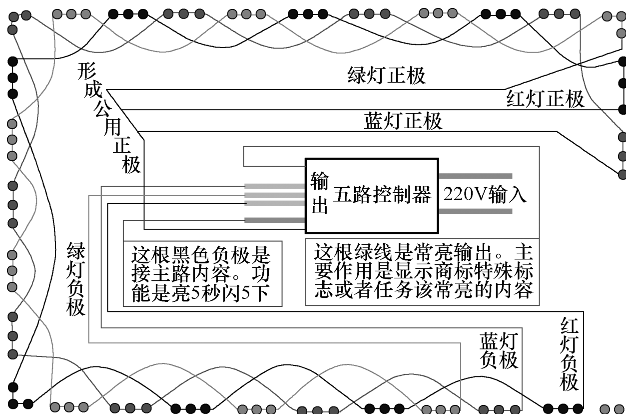


图 5-24　5 路控制器进行跑边控制的接线图

应用技巧

(1) 灯箱上只有一个控制器时

1) 所有正极用同一条线连接起来（并联）接到控制器的红色正极线上。

2) 同一效果的图案或字的负极用同一条线连接起来（并联，也可用多条线连接）接到控制这一效果的控制器的那条输出线上。

3) 不同效果的图案或字要用多条线（可同色）连接起来接到控制器上对应位置上。

（2）灯箱有两个或两个以上控制器时

1）每一个控制器输出端的正极、负极的连接方式同上。

2）控制器上的交流电源进线分别与220V电源连接。

14. 做边框

可采用铝合金型材做LED广告牌的边框。

友情提示

制作LED灯箱的注意事项如下：

1）做灯箱或粘贴字时，一定要分清哪边靠墙体，在靠墙体一边的下侧，引出电线。因为上侧容易进雨水，若出线选择在其他两侧，则影响美观。

2）粘贴字时，有机胶水、瓶、盖不要放在有机板面上，否则，瓶、盖上流下来的胶水会把板面弄脏。

3）灯箱板面PVC板，不能用香蕉水、稀料、汽油去擦，只能用牙膏蘸水去擦。

4）插灯、引脚焊接等工序操作时，一定要戴防静电手环，如图5-25所示。

5）检查各接线之间是否有漏接、断接、错接情况，与控制器之间连接是否正确，各接线之间连接是否牢固，检查各灯脚间是否互相触碰或与板触碰，这是通电测试前重要的一步，也是检查是否有漏电情况的重要步骤，所以，检查工作不可忽视。确认各接线之间、各灯脚与接线之间、接线与控制器之间无任何问题后，可通电测试。

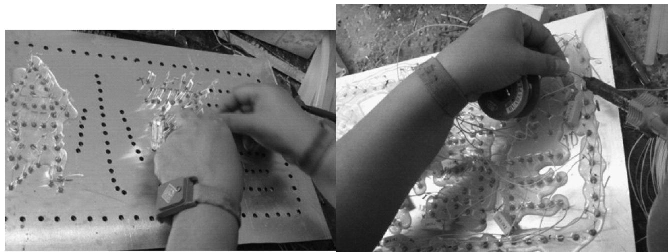


图 5-25　操作时要戴防静电手环

应用技巧

质量通病与防治方法

（1）质量通病

成品之后，字体显小，主要原因是设计时，按 1∶10 小样定字的大小，放大后，字的间隔也大了。因此，确定字形时，一定要考虑间距问题。

字体的笔画粘贴得不正确，主要是对美术字了解不多，要加深对美术字的研究。

字体锯得不直、不平、或有上坡或下坡现象，主要是未画平行线和操作技术不熟练。

（2）防治方法

在操作前，不要急于求成，要仔细研究设计稿件，按 1∶1 进行排列。在美术字体上多下工夫，在技术操作上多钻研。

5.1.4 LED灯箱控制器选用

要达到LED灯箱的最佳广告效应，必须使用闪动的控制器。下面介绍求全公司生产的几款LED灯箱控制器，供读者选用。

1. K101-1 控制器

（1）功能与用途 主要用于相对简单的LED电子灯箱、招牌等的制作，起到闪烁、发光、吸引行人注意的作用。

（2）主要技术参数 输入电压：交流220V；输出电压：直流220V；额定控制功率：80W；最大控制功率：100W；规格：70mm×45mm×18mm。

（3）线路说明 输入端两根黄线接220V，输出端红线是正极，绿线是闪烁负极控制，白线是直亮负极控制。

（4）闪动方式 亮5秒，闪5秒，闪速2～3次/秒，以此循环。

2. K201 控制器

（1）功能及用途 主要用于在同一平面上制作两种内容的LED电子灯箱，充分利用灯箱面积，让内容交替出现。交替时间可有三种可供选择。

（2）技术参数 输入电压：交流220V；输出电压：直流220V；额定控制功率：每路50W；规格：70mm×45mm×18mm 。

（3）输出交换方式 交替输出，有三种速度可供

选择。

（4）线路说明　输入端两根黄线接 220V，输出端红线是正极，两根绿线分别是交替负极控制，白线是直亮负极控制。

3. K105 控制器

（1）功能及用途　主要用于内容像 K101-1 控制器的方式一样的闪烁，另外在周边或者其他位置和方式做三路循环，可选择不同的颜色，增加动感效果，吸引行人。也可以灵活运用。

用于制作中小型 LED 电子灯箱、招牌等，辅助三路循环灯装饰，另加长亮输出，也可单独使用。

（2）技术参数　输入电压：交流 220V；输出电压：直流 220V；额定控制功率：80W；规格：70mm×45mm×18mm。

（3）线路说明　输入端两根黄线接 220V，输出端红线是公共正极，绿线是闪烁负极控制，三根黄线是三路循环负极控制，白线是直亮负极控制。

（4）闪烁方式　主路（绿线）：闪烁 5 秒，亮 5 秒，以此循环；三路循环（黄线）：以 2～3 次/秒的速度循环；直亮（白线）：长亮不闪。

4. K206 控制器

（1）功能用途　主要用于在同一个平面上做两种内容，利于充分的利用空间，配合合适的时间让其交替显示，交替 1、2 可以控制交替显示的内容，三路循环可以组成多种形状增加动感，常亮输出便于使用和调试，可以

变通使用方式。

（2）技术参数　额定控制功率：50W×2；输入电压：交流220V；输出电压：直流220V；规格：70mm×45mm×18mm。

（3）线路说明　输入端两根黄线接220V，输出端红线是公共正极，绿线1、2是交替负极控制，三根黄线是三路循环负极控制，白线是直亮负极控制。

（4）闪烁方式　交替输出（绿线1、2）：交替输出，1秒一次，以此循环；三路循环（黄线）：以2～3次/秒的速度循环；直亮（白线）：长亮不闪。

5. K141控制器

（1）功能用途　主要用于主要内容像K101-1的方式一样的闪烁，另外加四路多程序循环控制，可以综合使用，也可以分开使用，灵活组合。

用于制作中小型LED电子灯箱、招牌等。一路主控制输出外加四路多种程序变化效果和常亮输出，是一个真正的集多种功能于一身的控制器组合，可以联合使用，也可以独立使用，变通使用方式，组成其他的图案变化，非常实用。

（2）技术参数　额定控制功率：100W；输入电压：交流220V；输出电压：直流220V；规格：70mm×45mm×18mm。

（3）线路说明　输入端两根黄线接220V，输出端红线是公共正极，绿线是闪烁负极控制，四根黄线是四路多

程序负极控制，白线是直亮负极控制。

（4）闪烁方式　主路（绿线）：闪烁 5 秒，亮 5 秒，以此循环，四路控制输出（黄线 1 ~ 4），有多种变化效果组合模式（跑马闪烁、交替星闪、渐明渐暗、波浪闪烁、星星闪烁、三速跑马、全亮全暗等）；直亮（白线）：长亮不闪。

6. K101-12V 控制器

（1）功能用途　KY101-12V 可在低电压工作的状况下使用，如汽车专用 12V 电源供电，非常的安全、方便。另配 12V 电源制作 LED 电子灯箱，更加稳定，也可以在没有 220V 电源的情况下使用。

（2）线路说明　输入端的红线是正极、绿线是负极，输出端的红线是正极、绿线是负极。

（3）闪烁方式　和 KY101-1 一样。

7. K6 + 5 控制器

（1）功能用途　主要用于制作中、小型的招牌、或者要求每个字独立闪烁工作的灯箱使用。该控制器有 6 路主路控制，其中包含多种程序花样（逐个闪 3 次、全闪 5 次、逐个灭 3 次、流水 3 次、顺向逆向逐个灭）；还有 5 路辅助功能，副路 1、2、3 是三路顺向、逆向循环加全闪方式，可以控制周边或者其他位置的控制，副路 4 是一直在以一定的速度闪烁，副路 5 是直亮，副路 4 和 5 可以作为图标、电话或者其他的控制。控制功率可达 200W。

（2）技术参数　输入电压：交流 220V（1 ± 10%）；

输出电压：直流 220V；每路控制功率：25W；总控制功率：200W；外形规格：100mm×60mm×25mm。

（3）线路说明　主路 1～6，公共正极，副路 1～5，220V 输入。

（4）闪烁方式　多种循环、闪烁、速度适中，6 路主要输出和 5 路辅助输出。

8. K10+5 控制器

（1）功能用途　主要用于制作中、小型的招牌，或者要求每个字独立闪烁工作的灯箱使用。“K10+5”中的“10”是指 10 路主路控制，可以对主要内容进行控制，其中包含多种程序花样（逐个闪 3 次、全闪 5 次、逐个灭 3 次、流水 3 次、顺向或逆向逐个灭）；“K10+5”中的“5”是指 5 路辅助功能，副路 1、2、3 是三路顺向、逆向循环，可以控制周边或者其他位置，副路 4 是一直在以一定的速度闪烁，副路 5 是直亮，副路 4 和 5 可以作为图标、电话或者其他的控制。

（2）技术参数　输入电压：交流 220V（1±10%）；输出电压：直流 220V；每路控制功率：25W；总控制功率：200W；外形规格：100mm×60mm×25mm。

（3）线路说明　主路 1～10，公共正极，副路 1～5，220V 输入。控制功率可达 200W。可参考 KY6+5 控制器。

（4）闪烁方式　多种循环、闪烁、速度适中，10 路主要输出和 5 路辅助输出。

5.2　LED 超薄换画灯箱的制作

5.2.1　LED 超薄换画灯箱简介

广告作为现代生活的一个亮丽标志，引导着消费者的消费方向，改变着消费者的消费习惯。在寸土寸金的大城市，如何在有限的空间里取得最佳的广告效果，首推 LED 超薄换画灯箱，在现代化的地铁站、机场、轻轨，以及金碧辉煌的商场、广场，LED 超薄换画灯箱作为一道亮丽的风景，既装点了环境，又可介绍产品、创建品牌和提升企业形象。

1. LED 超薄换画灯箱的特点

LED 超薄换画灯箱产品具有薄、亮、匀、省等特点。

1）超薄超轻。外形美观，其厚度一般小于 3cm，最大限度地提高了空间利用率，美化了环境，拓宽了应用范围，如图 5-26 所示。



图 5-26　LED 超薄换画灯箱示例

2）明亮匀光。由于使用了先进的导光板发光技术（导光板技术来源于液晶显示器、液晶电视背光源技术），明亮的光线完全平面输出，且近乎完美的均匀，彻底消除了传统灯箱所共有的顽疾“排骨”现象（即有明暗光痕的现象）。

3）安装便捷。超薄灯箱通常配备可移动式的挂钩或挂孔，使灯箱安装及画面更换简单、快捷，省工、省时、省钱。

2. LED 超薄换画灯箱的结构（见图 5-27）

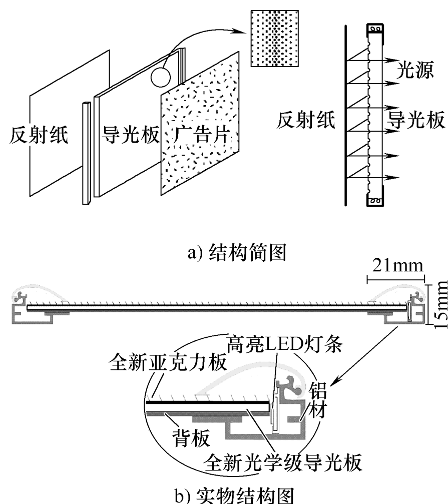


图 5-27　LED 超薄灯箱的结构



LED 超薄灯箱与传统灯箱的对比

视觉效果好、空间占用少、二次利用率高、节能环保是当今广告媒体发展的趋势。超薄 LED 灯箱具备上述广告发展趋势，代表了未来广告媒体的发展方向，具有广阔的商业前景。LED 超薄灯箱与传统灯箱的对比见表 5-2。

表 5-2　LED 超薄灯箱与传统灯箱的对比

比较项目	传统灯箱	超薄灯箱
厚度	最薄 100mm	最薄 10mm
色彩	采用背光灯，亮度不均，易出现“排骨”现象，色彩还原不准确，灯箱表面灯箱片易变形、变色	采用导光板技术，将线光源变为面光源，亮度均匀、柔和，色彩还原准确；其效果可以与笔记本电脑的 LCD 显示器媲美，采用冷光源技术，灯箱片不易老化、变形
光源	普通荧光灯管，寿命短、能源消耗大，发热量高，不易维护、更换	采用高亮度的 LED 光源更加节能，寿命可长达 8 年，发热量低、长寿命、易维护及更换。冷光源对图片长时间不会有光热影响，更无变色老化现象
外形	工艺粗糙，外观笨重，影响企业及整体广告效果，不易安装，损坏原建筑结构	专用铝型材，可媲美工艺品，提升企业及整体广告效果，安装维护方便，不损坏原建筑结构

5.2.2 器材准备

1. LED 光源

LED 超薄换画灯箱光源是超高亮度 LED 做成的，LED 被固定在长条型的电路板中，如图 5-28 所示。这种已经焊接好了的长条型 LED 光源在电子商场有成品可购买，一般不需要自己加工。当然，如果用量比较大，也可以自己制作电路板，自己加工制作。

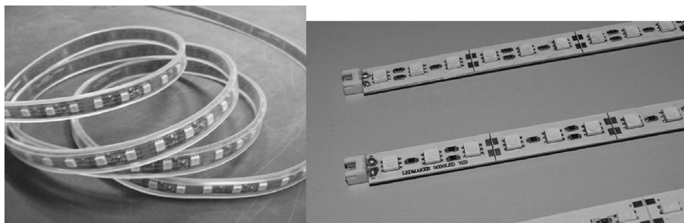


图 5-28 LED 光源

2. 背面反光纸

背面反光纸一般用白色不透光的塑料纸，安置在灯箱的最底层，如图 5-29 所示。背面反光纸的作用是遮挡 LED 发出的光线，从而更好地照亮广告画面。

3. 正面导光板

正面导光板是以光学级亚克力为基材生产的高科技产品，它利用光反射、光散射的原理，采用激光雕刻技术制

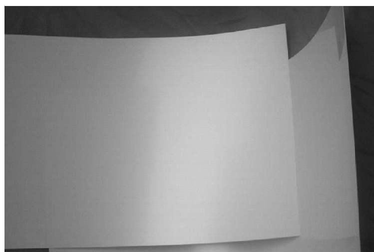


图 5-29　背面反光纸

作而成，如图 5-30 所示。当亚克力板吸收了 LED 发出的光后，通过反射和散射原理把光均匀地分布在表面，从而更好地利用了光源。导光板具有超薄、超亮、导光均匀、无暗区的特点，一般放置在广告画与反光纸的中间，以更好地照亮广告画。

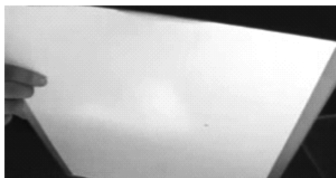


图 5-30　导光板



不同制作方法的导光板对比

目前，用于 LED 超薄换画灯箱的导光板主要有四种加工方式，不同制作方法的导光板对比见表 5-3。

表 5-3　不同制作方法的导光板对比

加工方法	3D 雕刻技术	印制网点方式	传统雕刻方式	匀光板方式
工艺图片				
简介	在亚克力表面激光雕刻 3D 网点，当光线从亚克力侧边射进，这些 3D 网点将光线折射的作用变成平面光	亚克力裁切抛光后，用网版印制技术印上导光点阵，将从侧边光源入射的平行光转换成平面垂直光	以雕刻方式在亚克力表面刻上线槽或方格，当光线从亚克力侧边射进，这些线槽或方格产生将光线折射的作用变成平面光	将具有折射的导光材料粉末混合在亚克力胶粒，将亚克力胶粒热融化，利用准备好的模具进行浇注冷却成型成为导光板
导光板选材	要达到高亮度和持久性，应选择全新亚克力	只有少部分厂家是采用的亚克力，行业内大部分厂家采用的 PS 合成板		PS 板合成居多
优点	对光的折射效果最好，亮度是所有方式中最高的工艺	印制速度快，是广告展示行业用来制作超薄灯箱的最常用方法	对光的折射效果较好，亮度高于印刷方式	广告店都可以组装，可直接使用

（续）

加工方法	3D 雕刻技术	印制网点方式	传统雕刻方式	匀光板方式
缺点	打点速度慢，要投入多台大型激光设备	容易发黄，亮度一般	要投入激光雕刻机	亮度较低，手不能接触板的表面
亮度	最高	一般	高	低

4. 广告画

广告画放置在灯箱最上方，一般用透明的薄膜塑料或薄膜纸做成。在灯光的映射下，既能够起到宣传作用，又能当照明设备使用（当然亮度有限），如图 5-31 所示。



图 5-31　LED 超薄换画灯箱效果示例

广告画的尺寸一定要与导光板的尺寸相符合，不能过大或过小，以免影响展示效果和灯箱内部 LED 工作时的热量散出。

5. 框架

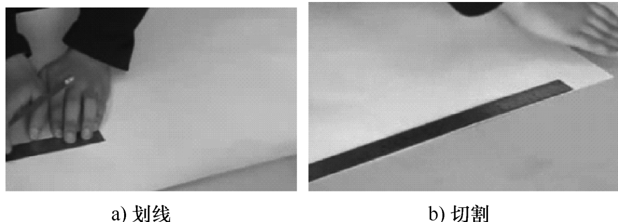
制作 LED 超薄换画灯箱的框架材料一般为铝合金，

也可采用成品塑料框架。为客户安装时，只需要按照规定的尺寸把框架组装起来即可。

5.2.3　灯箱制作工艺

当客户需要安装灯箱的尺寸确定以后，制作 LED 超薄换画灯箱的步骤如下。

1）把框架、反光纸、导光板等切割成需要的尺寸，如图 5-32 所示。



a) 划线　　b) 切割

图 5-32　切割反光纸

2）用胶水把反光纸和导光板粘接在一起。

3）把框架和粘接在一起导光板及反光纸组装起来，如图 5-33 所示。

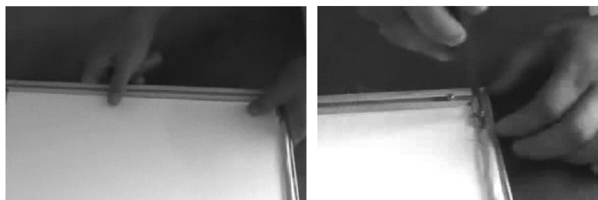
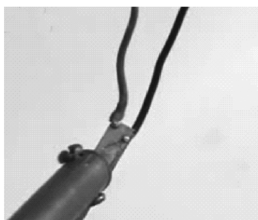
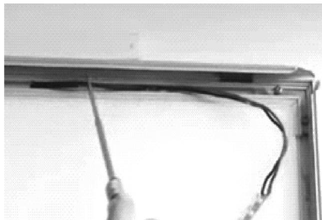


图 5-33　组装框架

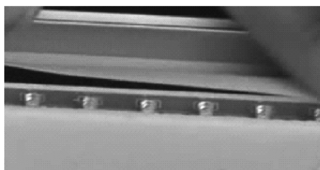
4）从框架预留的孔中穿出两根电源线，注意，两根电源线要用不同的颜色，分别焊接 LED 的正负极，如图 5-34a 所示。焊接后应检查焊点是否结实。将电源线沿着框架的空隙压好（见图 5-34b），把 LED 管条压在框架里（见图 5-34c），用一面带有胶质的塑料条把 LED 包裹起来（见图 5-34d），并且粘接在框架上。粘接的时候需要注意 LED 的方向，一定要让 LED 朝导光板一面，才能起到照亮灯箱画的目的。



a）焊接电源线



b）将电源线压在框架的空隙



c）安装LED灯条



d）包裹灯条

图 5-34　电源线和灯条组装

5）在框架中穿入弹簧片，并让弹簧片在框架里分布均匀，如图5-35所示。把框架扣紧，看看是否牢固。

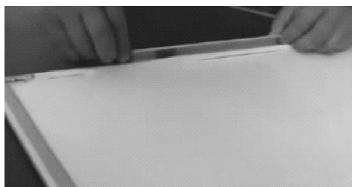
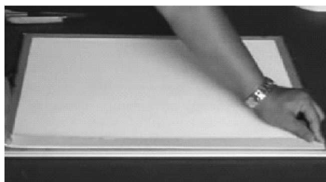


图5-35　在框架中穿入弹簧片

5.2.4　安装灯箱

1）安装前，首先在灯箱的背面贴上双面胶，如图5-36a所示。为了粘贴得更加牢固，可在灯箱的背面滴几滴玻璃胶，如图5-36b所示。



a) 贴双面胶



b) 滴玻璃胶

图5-36　贴双面胶和滴玻璃胶

2）将灯箱粘贴在墙壁或其他指定的载体上，如图5-37所示。



图 5-37　粘贴灯箱

3）超薄灯箱固定好之后，再把广告画平铺在灯箱导光板上，用框架把广告画卡住，如图 5-38 所示。安装时注意保持广告画的平整。



图 5-38　铺广告画并用框架固定

4）连接电源。先将灯箱连接上变压器，然后将变压器固定好，并接通电源，如图 5-39a 所示。裸露在外面的电源线影响美观，可以穿电线管或用线槽板将电源线“隐蔽”起来，如图 5-39b 所示。



a) 固定变压器



b) 裸露电源线处理

图 5-39　接通电源并处理好裸露电源线

附　录

新型 LED 照明产品技术参数和配置

产品名称	规　格	型　　号	技 术 参 数							配　　置				
			类别	输入电压/V	标称功率/W	最大实际功率/W	最大工作电流/A	功率因数	照度/lx	控制方式	LED个数	外壳	电路板	其他
一、景观灯														
护栏管	1000×50	HB-MBHLD-0110M01/O	全彩	220	10	7.5	0.04	0.95	640	DMX控制器	144	PVC	全波PCB	铝槽、独立开关电源
	1000×50	HB-MBHLD-0210M01/I	全彩	24	10	6.9	0.30	0.96	612	单片机控制	108	PVC	全波PCB（双面）	铝槽、外置电源

（续）

产品名称	规　格	型　　号	技术参数							配　　置				
			类别	输入电压/V	标称功率/W	最大实际功率/W	最大工作电流/A	功率因数	照度/lx	控制方式	LED个数	外壳	电路板	其他
一、景观灯														
护栏管	1000×50	HB-MBHLD-0210M02/I	单色渐变	24	10	6.7	0.29	0.96	645	单片机控制	108	PVC	全波PCB（双面）	铝槽、外置电源
	1000×50	HB-MBHLD-0210R/Y02	单色红	24	10	7.4	0.31	0.95	212	/	108	PVC	全波PCB	铝槽、外置电源
	1000×50	HB-MBHLD-0210R/Y02	单色黄	24	10	7.4	0.31	0.95	212	/	108	PVC	全波PCB	铝槽、外置电源
	1000×50	HB-MBHLD-0110B/G/W02	单色蓝	24	10	7.6	0.33	0.95	670	/	108	PVC	全波PCB	铝槽、外置电源
	1000×50	HB-MBHLD-0110B/G/W02	单色绿	24	10	7.6	0.33	0.95	670	/	108	PVC	全波PCB	铝槽、外置电源
	1000×50	HB-MBHLD-0110B/G/W02	单色白	24	10	7.6	0.33	0.95	670	/	108	PVC	全波PCB	铝槽、外置电源

（续）

产品名称	规　格	型　　号	技 术 参 数							配　　置				
			类别	输入电压/V	标称功率/W	最大实际功率/W	最大工作电流/A	功率因数	照度/lx	控制方式	LED个数	外壳	电路板	其他
一、景观灯														
护栏管	500×50	HB-MBHLD-0305R/B/G/W/Y01	单色	24	5	3.4	0.15	0.96	640		54	PVC	全波PCB	铝槽、外置电源
	500×50	HB-MBHLD-0405M01/I	全彩	24	5	3.4	0.15	0.96	640	单片机控制	54	PVC	全波PCB	铝槽、外置电源
洗墙灯	1200×50	HB-MBXQD-0136M01/O	全彩	24	36	33	2.50	0.87	1200	DMX控制器控制器	36(1W)	铝质外壳	铝基板	外置电源
	1200×50	HB-MBXQD-0136M01/I	全彩	24	36	34	2.60	0.87	1200	单片机控制	36(1W)	铝质外壳	铝基板	外置电源
	1200×50	HB-MBXQD-0136R/Y01	单色红	24	36	32	2.40	0.89	1200	/	36(1W)	铝质外壳	铝基板	外置电源

（续）

产品名称	规格	型号	技术参数							配置				
			类别	输入电压/V	标称功率/W	最大实际功率/W	最大工作电流/A	功率因数	照度/lx	控制方式	LED个数	外壳	电路板	其他
一、景观灯														
洗墙灯	1200×50	HB-MBXQD-0136R/Y01	单色黄	24	36	32	2. 40	0. 89	1200	/	36（1W）	铝质外壳	铝基板	外置电源
	1200×50	HB-MBXQD-0136B/G/W01	单色蓝	24	36	32	2. 40	0. 89	1200	/	36（1W）	铝质外壳	铝基板	外置电源
	1200×50	HB-MBXQD-0136B/G/W01	单色绿	24	36	32	2. 40	0. 89	1200	/	36（1W）	铝质外壳	铝基板	外置电源
	1200×50	HB-MBXQD-0136B/G/W01	单色白	24	36	32	2. 40	0. 89	1200	/	36（1W）	铝质外壳	铝基板	外置电源
	600×50	HB-MBXQD-0218R/G/B/Y/W01	单色	24	18	16	1. 20	0. 89	750	/	18（1W）	铝质外壳	铝基板	外置电源

（续）

产品名称	规　格	型　　号	技术参数							配　　置				
			类别	输入电压/V	标称功率/W	最大实际功率/W	最大工作电流/A	功率因数	照度/lx	控制方式	LED个数	外壳	电路板	其他
一、景观灯														
泛光灯	340×250×95	HB-MBFGD-0116 Y/G/W01	单色	220	16	14	0.07	0.96	1550	/	260	铸铝外壳	全波PCB	钢化玻璃、独立开关电源
	430×425×140	HB-MBFGD-0224 Y/G/W01	单色	220	24	22	0.10	0.96	19520	/	400	铸铝外壳	全波PCB	钢化玻璃、独立开关电源
	460×415×150	HB-MBFGD-0342 Y/G/W01	单色	220	42	38	0.18	0.95	21200	/	42(1W)	铸铝外壳	铝基板	钢化玻璃、独立开关电源

（续）

产品名称	规格	型号	技术参数							配置				
			类别	输入电压/V	标称功率/W	最大实际功率/W	最大工作电流/A	功率因数	照度/lx	控制方式	LED个数	外壳	电路板	其他
一、景观灯														
家用吸顶灯	ϕ180×38	HB-MBXDD-0103M	圆形全彩	220	3	2.7	0.013	0.90	160	/	54	PVC	PCB	/
	ϕ180×38	HB-MBXDD-0105M	圆形全彩	220	5	4.5	0.022	0.90	180	/	90	PVC	PCB	/
	245×245×45	HB-MBXDD-0210M	方形全彩	220	10	9.0	0.045	0.90	610	/	144	PVC	PCB	/
点光源	ϕ150mm	HB-MBDGY-0105 R/G/B/Y/W01	单色	24	5	4.6	0.20	0.94	180	/	90	塑料外壳	全波PCB	PC罩、外置电源
	ϕ95	HB-MBDGY-0203 R/G/B/Y/W01	单色	24	3	2.7	0.11	0.94	160	/	54	压铸铝外壳	全波PCB	PC罩、外置电源

（续）

产品名称	规格	型号	技术参数							配置				
			类别	输入电压/V	标称功率/W	最大实际功率/W	最大工作电流/A	功率因数	照度/lx	控制方式	LED个数	外壳	电路板	其他
一、景观灯														
点光源	ϕ150mm	HB-MBDGY-0105M01/I	全彩	24	5	4.5	0.20	0.95	175	单片机控制	90	塑料外壳	全波PCB	外置电源
	ϕ95	HB-MBDGY-0203M01/I	全彩	24	3	2.6	0.11	0.95	155	单片机控制	54	压铸铝外壳	全波PCB	外置电源
	ϕ150mm	HB-MBDGY-0105M01/O	全彩	24	5	4.5	0.20	0.95	175	DMX控制器	90	塑料外壳	全波PCB	外置电源
地埋灯	ϕ300×70	HB-MBDMD-0105R/G/B/Y/W01	单色	220	5	4.6	0.02	0.94	515	/	90	铸铝外壳	全波PCB	钢化玻璃、独立电源
	ϕ160×130	HB-MBDMD-0205R/G/B/Y/W01	单色	220	5	4.6	0.02	0.94	450	/	90	铸铝外壳	全波PCB	钢化玻璃、独立开关电源

（续）

产品名称	规　格	型　　号	技术参数							配　　置				
			类别	输入电压/V	标称功率/W	最大实际功率/W	最大工作电流/A	功率因数	照度/lx	控制方式	LED个数	外壳	电路板	其他
一、景观灯														
地埋灯	ϕ300×70	HB-MBDMD-0105M01/I	全彩	220	5	4.5	0.02	0.95	430	单片机控制	90	铸铝外壳	全波PCB	钢化玻璃、独立开关电源
	ϕ160×130	HB-MBDMD-0205M01/I	全彩	220	5	4.5	0.02	0.95	420	单片机控制	90	铸铝外壳	全波PCB	钢化玻璃、独立开关电源
草坪灯	800×ϕ1500mm	HB-MBCPD-0106R/G/B/Y/W01	单色	220	6	5.4	0.03	0.93	260	单片机控制	100	铸铝外壳	全波PCB	独立开关电源
	800×ϕ1500mm	HB-MBCPD-0106M01	全彩	220	6	5.3	0.03	0.94	255	单片机控制	100	铸铝外壳	全波PCB	独立开关电源

（续）

产品名称	规格	型号	技术参数							配置				
			类别	输入电压/V	标称功率/W	最大实际功率/W	最大工作电流/A	功率因数	照度/lx	控制方式	LED个数	外壳	电路板	其他
一、景观灯														
LED广告模组	80×12	HB-MBGGD-0102R	食人鱼三灯红色	DC 12	0.24	0.23	0.02	0.95	>12	/	3	PVC	PCB	/
	80×12	HB-MBGGD-0102Y	食人鱼三灯黄色	DC 12	0.24	0.23	0.02	0.95	>13	/	3	PVC	PCB	/
	80×12	HB-MBGGD-0102B	食人鱼三灯蓝色	DC 12	0.24	0.23	0.02	0.95	>50	/	3	PVC	PCB	/

（续）

产品名称	规格	型号	技术参数							配置				
			类别	输入电压/V	标称功率/W	最大实际功率/W	最大工作电流/A	功率因数	照度/lx	控制方式	LED个数	外壳	电路板	其他
一、景观灯														
LED广告模组	80×12	HB-MBGGD-0102Y	食人鱼三灯绿色	DC 12	0.24	0.23	0.02	0.95	>16	/	3	PVC	PCB	/
	80×12	HB-MBGGD-0102W	食人鱼三灯白色	DC 12	0.24	0.23	0.02	0.95	>18	/	3	PVC	PCB	/
二、照明灯														
庭院式路灯	525×207×238	HB-MBLD-022401	适用高度4~6m	220	24	22	0.11	0.88	23000	/	400	铸铝外壳	全波PCB	钢化玻璃、独立开关电源

（续）

产品名称	规　格	型　　号	技术参数							配　　置				
			类别	输入电压/V	标称功率/W	最大实际功率/W	最大工作电流/A	功率因数	照度/lx	控制方式	LED个数	外壳	电路板	其他
二、照明灯														
庭院式路灯	650×280×335	HB-MBLD-033001	适用高度4~6m	220	30	28	0.14	0.88	19000	/	500	铸铝外壳	全波PCB	钢化玻璃、独立开关电源
	525×207×238	HB-MBLD-022501	适用高度4~6m	220	25	23	0.12	0.87	30000	/	49(0.5W)	铸铝外壳	铝基板	钢化玻璃、独立开关电源
	650×280×335	HB-MBLD-033501	适用高度4~6m	220	35	32	0.17	0.87	3360	/	70(0.5W)	铸铝外壳	铝基板	钢化玻璃、独立开关电源

（续）

产品名称	规格	型号	技术参数							配置				
			类别	输入电压/V	标称功率/W	最大实际功率/W	最大工作电流/A	功率因数	照度/lx	控制方式	LED个数	外壳	电路板	其他
二、照明灯														
路灯	640×380×80	HB-MBLD-011401	适用高度8～10m	220	140	126	0.65	0.88	3470	/	70(2W)	铸铝外壳	铝基板	钢化玻璃、独立开关电源
隧道灯	530×285×275	HB-MBSDD-016001	适用高度8～10m	220	60	54	0.28	0.88	46100	/	60(1W)	铸铝外壳	铝基板	钢化玻璃、独立开关电源
三、交通灯														
LED交通灯	ϕ200mm	HB-MBJTD-0108	RGY	220	8	7.2	0.046	0.89	480	/	132	铝铸圆形	PCB	/

（续）

产品名称	规格	型号	技术参数							配置				
			类别	输入电压/V	标称功率/W	最大实际功率/W	最大工作电流/A	功率因数	照度/lx	控制方式	LED个数	外壳	电路板	其他
三、交通灯														
LED交通灯	ϕ300mm	HB-MBJTD-0115	RGY	220	15	13.4	0.068	0.89	560	/	240	铝铸圆形	PCB	/
	ϕ400mm	HB-MBXDD-0120	RGY	220	20	17.8	0.09	0.89	650	/	320	铝铸圆形	PCB	/
LED交通警示灯	305×305×105	HB-MBJTD-0230	RGY	220	30	26.7	0.14	0.89	1010	/	500	铝铸方形	PCB	/
刹车灯	ϕ12 mm	HB-MBSCD-0112	单色	DC 12	1.2	1.1	0.1	0.89	60	/	19	铝铸圆形	PCB	/

图书在版编目（CIP）数据

LED 施工宝典/杨清德，陈东主编. —北京：机械工业出版社，2014.3
（电工微宝典系列）
ISBN 978-7-111-46138-8

Ⅰ.①L… Ⅱ.①杨…②陈… Ⅲ.①发光二极管－照明－工程施工 Ⅳ.①TU113.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2014）第 048366 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号　邮政编码 100037）
策划编辑：付承桂　责任编辑：付承桂
版式设计：赵颖喆　责任校对：杜雨霏
封面设计：路恩中　责任印制：李　洋
中国农业出版社印刷厂印刷
2014 年 6 月第 1 版第 1 次印刷
119mm×165mm · 10.5 印张 · 197 千字
0001—4000册
标准书号：ISBN 978-7-111-46138-8
定价：28.00元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务	网络服务
社服务中心:(010)88361066	教材网:http://www.cmpedu.com
销售一部:(010)68326294	机工官网:http://www.cmpbook.com
销售二部:(010)88379649	机工官博:http://weibo.com/cmp1952
读者购书热线:(010)88379203	**封面无防伪标均为盗版**



上架指导 工业技术/电工技术

ISBN 978-7-111-46138-8

策划编辑◎付承桂

地址：北京市百万庄大街22号

邮政编码：100037

电话服务

社服务中心：010-88361066

销售一部：010-68326294

销售二部：010-88379649

读者购书热线：010-88379203

网络服务

教材网：http://www.cmpedu.com

机工官网：http://www.cmpbook.com

机工官博：http://weibo.com/cmp1952

封面无防伪标均为盗版



定价：28.00元